T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

YENİLENEBİLİR ENERJİ TEKNOLOJİLERİ

PLC PROGRAMLAMA

Ankara, 2014

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 3
1. LADDER DEVRELER 3
1.1. LADDER Devre Kuralları 3
1.2. Klasik Kumanda ve LADDER Devreleri 4
1.3. Devrelerin PLC Bağlantısı 7
1.3.1. PLC Besleme Bağlantısı 7
1.3.2. PLC'nin Giriş Bağlantısı 8
1.3.3. PLC'nin Çıkış Bağlantısı 10
1.3.4. PLC Giriş ve Çıkış Bağlantı Örnekleri 14
UYGULAMA FAALİYETİ 16
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 17
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 18
2. PLC KOMUTLARI 18
2.1. Giriş, Çıkış ve Yardımcı Röle Komutları 18
2.1.1. Başlangıç Komutu NA Kontak / Başlangıç Komutu NK Kontak 18
2.1.2. NA Seri Bağlantı Komutu / NK Seri Bağlantı Komutu 18
2.1.3. NA Paralel Bağlantı Komutu / NK Paralel Bağlantı Komutu 19
2.1.4. İki Blokun Seri Bağlantısı 19
2.1.5. İki Blokun Paralel Bağlantısı 20
2.1.6. MPS/MRD/MPP 20
2.1.7. OUT – Çıkış Komutu 21
2.1.8. Yardımcı Röleler 21
2.1.9. Özel Amaç İçin Kullanılan Yardımcı Röleler 22
2.1.10. SET Komutu 22
2.1.11. RST Komutu 22
2.2. Zamanlayıcı ve Sayıcı Komutları 23
2.2.1. TMR – Zaman Rölesi 23
2.2.2. CNT – Sayıcılar 23
2.3. Karşılaştırma Komutları 24
2.4. Kayıt Defterleri ve Taşıma Komutları 25
2.4.1. Kayıt Defterleri 25
2.4.2. MOV – Taşıma Komutarı 25
2.5. Aritmetik İşlemler 26
2.5.1. ADD – Toplama Komutu 26
2.5.2. SUB – Çıkarma Komutu 26
2.5.3. MUL – Çarpma Komutu 27
2.5.4. DIV – Bölme Komutu 27
2.6. Adım Kontrol Rölesi 28
2.6.1. Step (Adım) Ladder Komutu [STL], [RET] 28
2.6.2. Adım Dizisinin Çalışması 29
2.6.3. Hızlı Sayıcı Komutu 32
UYGULAMA FAALİYETİ 34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 35
ÖĞRENME FAALİYETİ–3 36

3. SERVO VE STEP MOTOR KONTROLÜ 36
3.1. Step ve Servo Motor Çeşitleri 36
3.1.1. Servo Motor Tanımı 36
3.1.2. Servo Motor Çeşitleri 37
3.1.3. DA Servo Motor 37
3.1.3. AA Servo Motorlar 38
3.1.4. Servo Motorların Kullanıldığı Yerler 38
3.1.5. Adım (Step) Motorların Tanımı ve Yapısı 39
3.1.6. Adım Motorların Çeşitleri 40
3.2. Step ve Servo Motor Bağlantıları 41
3.2.1. Servo Motor Sürücüsü Güç Bağlantısı 41
3.2.2. Pozisyon Kontrolü İçin Servo Sürücü Bağlantısı 57
3.2.3. Hız Kontrolü İçin Sürücü Bağlantısı 58
3.2.4. Tork Kontrolü İçin Sürücü Bağlantısı 59
3.2.5. Step Motor ve Sürücü Bağlantısı 59
3.3. Step ve Servo Motor Parametre Ayarları 61
3.3.1. Servo Motor Dijital Çıkış (DO) Açıklamaları 61
3.3.2. Servo Motor Dijital Giriş (DI) Açıklamaları 62
3.3.3. Servo Motor Parametre Ayarları 63
3.3.4. Step Motor Parametre Ayarları (MicroSwicth Settings) 65
3.4. PLC ile Servo ve Step Motor Sürülmesi 67
3.4.1. İleri Seviye PLC Pâls Komutları 67
3.4.2. DRVI / DDRVI Göreceli Pozisyon Kontrol Komutu 69
3.4.3. ZRN / DZRN Başa Alma Komutu (Zero Point Return) 70
3.4.4. DRVA / DDRVA Mutlak Pozisyon Komutu (Absolute Position Control) 71
UYGULAMA FAALİYETİ 72
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 74
MODÜL DEĞERLENDİRME 75
CEVAP ANAHTARLARI 76
KAYNAKÇA 77

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Yenilenebilir Enerji Teknolojileri**
DAL/MESLEK	**Ortak Alan (Rüzgâr Enerjisi Sistemleri)**
MODÜLÜN ADI	**PLC Programlama**
MODÜLÜN TANIMI	PLC'nin programlanması için kullanılan komutlar ile ilgili bilgilerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Bu modülün ön koşulu yoktur.
YETERLİK	PLC programlamayı, servo ve step motor kontrolünü öğrenmek
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Gerekli ortam ve ekipman sağlandığında PLC programlayabilecek, servo ve step motor kontrolünü yapabileceksiniz. **Amaçlar** **1.** PLC programlamayı öğreneceksiniz. **2.** PLC komutlarını öğrenecek ve program yazabileceksiniz. **3.** Step ve servo motor çeşitlerini öğrenecek ve PLC ile step ve servo motor kontrolünü yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam**: Atölye-laboratuvar ortamı **Donanım**: Bilisayar, PLC, step ve servo motor
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Yenilenebilir Enerji Teknolojisi Bölümü, gelişen teknolojinin paralelinde sanayideki önemi her geçen gün artan, bununla birlikte istihdam sahası giderek genişleyen bir alandır.

PLC'ler endüstrinin tüm alanlarında kullanılmakta ve PLC teknolojisi durmadan gelişmektedir. Bu yüzden PLC endüstrinin vazgeçilmez bir kontrol cihazı olmuş ve yenilenebilir enerji teknolojilerinde de kullanılmaya başlanmıştır.

PLC programlamayı bilmekle sadece yenilenebilir enerji teknolojilerinde değil diğer alanlarda da iş yapabilme yeteneğine sahip olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun atölye ortamı ve gereçleri sağlandığında PLC programlamayı öğreneceksiniz.

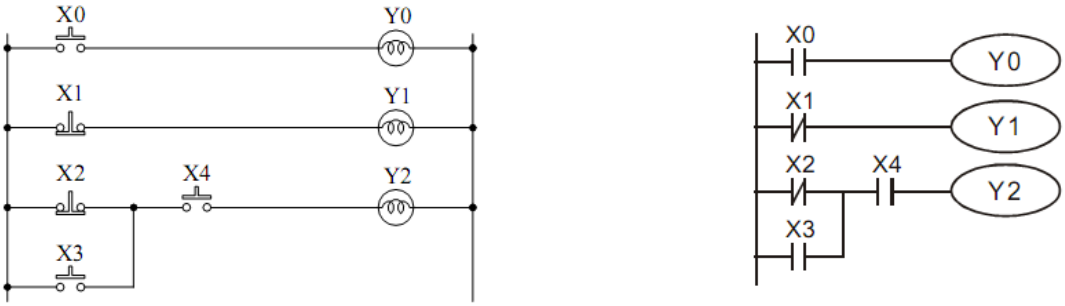
ARAŞTIRMA

- PLC komutları hakkında bir araştırma yapınız. Toplamış olduğunuz bu bilgilerle bir rapor hazırlayınız.

1. LADDER DEVRELER

1.1. LADDER Devre Kuralları

Klasik kumanda devreleri ve PLC devrelerinin çalışma mantığı birbiriyle aynıdır. Tek fark PLC'de kullanılan sembollerin farklılık göstermesidir. PLC devrelerinde de klasik kumanda devrelerinde olduğu gibi seri, paralel hatlar, kapalı veya açık kontaklar bulunmaktadır.



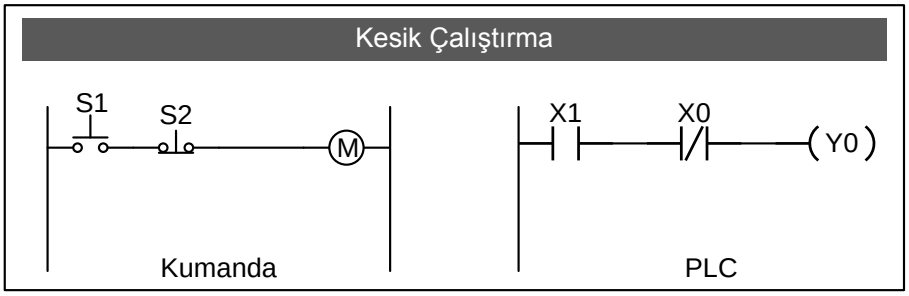
Şekil 1.1: Klasik Kumanda Devresi LC Devresi

PLC programlarken aşağıdaki kurallara uyulması gerekmektedir.

	Paralel kontaklardan biri üstte olamaz.
Ters yönde akış	Paralel devrelerde **ters yönde akış** olmamalıdır.
	Çizgi içerisine alınmış hat her zaman üstteki kontaktan devam etmelidir.

	Paralel hatlarda boş hattın bağlanmasına izn verilmez.
	Paralel hatlarda boş hattın bağlanmasına izn verilmez.
	Dikey hatlar peşpeşe, yani aralarında bir kontak olmaksızın kullanılamaz.

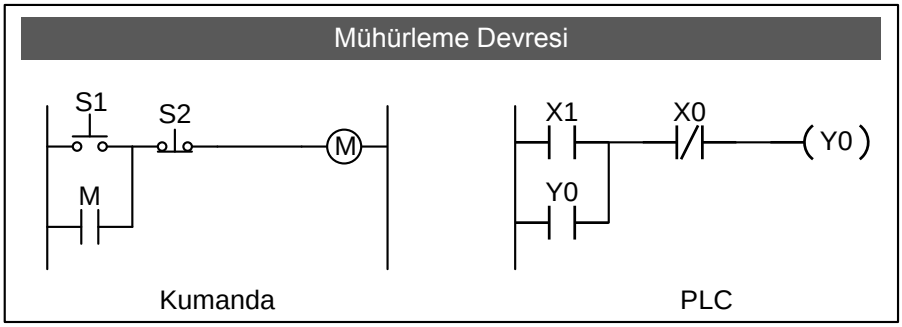
1.2. Klasik Kumanda ve LADDER Devreleri



Şekil 1.2: Kesik çalıştırma devresi

Şekil 1.2'deki kumanda devresinde start, stop ve kontaktör birbirine seri bağlanmıştır. Kumanda devresindeki bağlantı şeklinin aynısı PLC devresinde uygulanmıştır. PLC devresindeki X1 ve X0 kontakları butonların bağlı olduğu girişlere ait kontaklar, Y0 ise kontaktörü çalıştıracak çıkıştır.

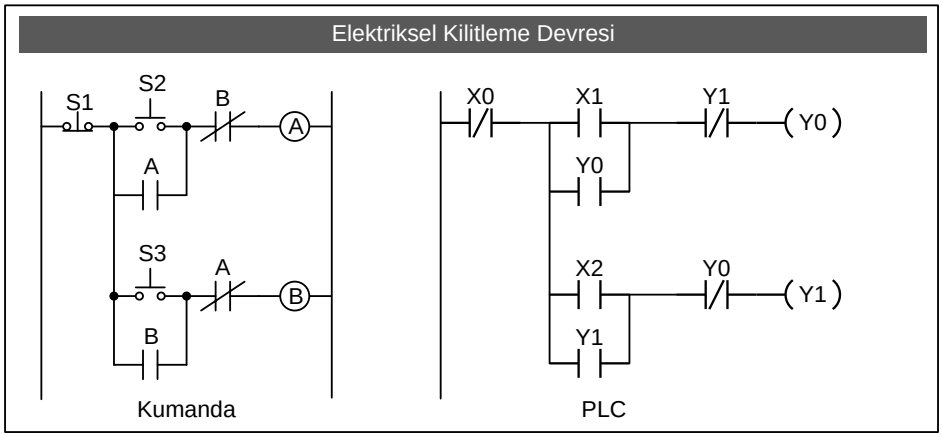
Start butonuna basıldığında, kontaktör enerjilenerek normalde açık kontaklarını kapar, kapalı kontaklarını açar. Elimizi start butonundan çektiğimizde kontaktörün enerjisi kesilerek sistem ilk haline döner.



Şekil 1.3: Mühürleme devresi

Şekil 1.3'te kesik çalıştırma devresinin sürekli çalışacak hale getirmek için S1 butonuna paralel M kontaktörünün açık kontağı bağlanmıştır. M kontaktörünün açık kontağı üzerinden devre sürekli beslenecektir. S2 durdurma butonuyla devre beslemesi kesilir. PLC devresinde S1 ve S2 butonlarının bağlı olduğu X1 ve X0 kontakları kullanılmıştır. M kontaktörünü çalıştıracak Y0 çıkışının kontağı X1'e paralel bağlanarak devrenin sürekli çalışması sağlanmıştır.

Start butonuna basıldığında akım kontaktöre ulaşarak kontaktör enerjilenir. Kontaktör enerjilenerek kontakları konum değiştirir, dolayısıyla açık kontaklar kapanır, kapalı kontaklar açılır. Devremizde açık kontaktan oluşan mühürleme kontağı kapanarak, kontaktörü mühürler, elimizi start butonundan çektiğimizde mühürlemeden dolayı kontaktörün enerjisi kesilmez. Ancak stop butonuna bastığımızda kontaktörün enerjisi kesileceği için kontaklar ilk konumuna dönerek, mühürleme bozulur.



Şekil 1.4: Elektriksel kilitleme devresi

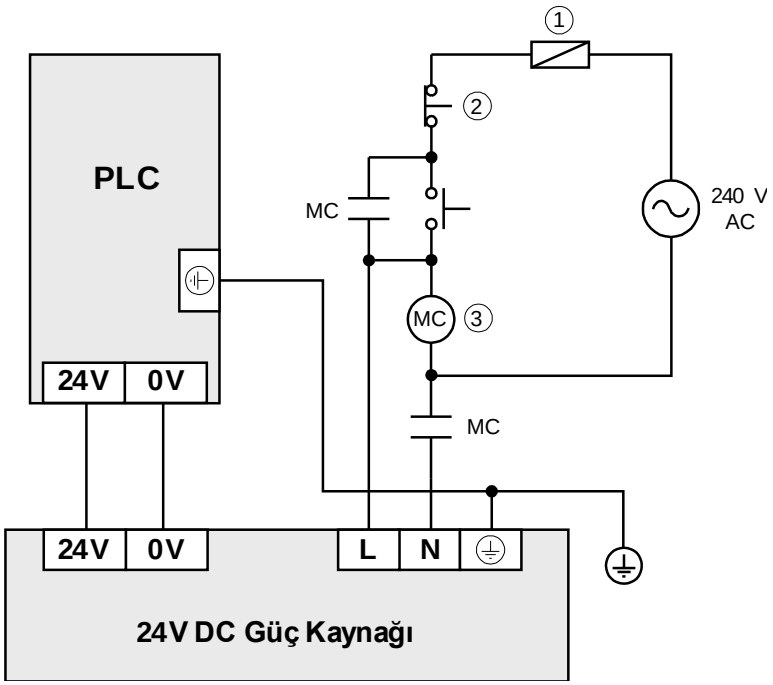
Şekil 1.4'teki elektriksel kilitleme devresinin amacı, bir alıcı çalışırken diğerinin çalışmasını engellemektir. Bu uygulama en çok 3 fazlı asenkron motorların devir yönünü değiştirilmesinde kullanılır.

Devir yönü değiştirilirken ileri ve geri kontaktörlerinin normalde kapalı kontakları birbirlerinin önüne bağlanır. Yani ileri kontaktörünün önüne geri kontaktörünün normalde kapalı kontağı, geri kontaktörünün önüne ileri kontaktörünün normalde kapalı kontağı bağlanır. Bu bağlantı şekline "Elektriksel Kilitleme" denir.

Kumanda devresinde, S2 start butonuna basıldığında B kontaktörünün normalde kapalı kontağından geçen akım A kontaktörünü enerjilendirir. A kontaktörü enerjilendiğinde S2 start butonu mühürlenerek sisteme devamlılık sağlanır. Bu durumda motor ileri yönde dönmeye başlar, aynı anda B kontaktörünün önünde bulunan normalde kapalı kontak açılarak B kontaktörünün enerjilenmesi önlenmiş olunur. Motor ileri yönde dönerken S3 butonuna basarsak elektriksel kilitlemeden dolayı B kontaktörü enerjilenmez. Motoru diğer yönde döndürmek için S1 stop butonuna basarak mühürlemeyi ve elektriksel kilitlemeyi ortadan kaldırmak gerekir.

1.3. Devrelerin PLC Bağlantısı

1.3.1. PLC Besleme Bağlantısı



Şekil 1.5: PLC'nin besleme bağlantısı

1. Güç devresi koruma sigortası
2. Acil Stop: Beklenmeyen durumları engellemek için bir "Acil Stop" butonu yerleştirilir. Bu buton aktif olduğu zaman, güç aniden kesilir.
3. Sistem Devresinin İzolasyon Birimi: Sistemin enerjisi aniden kesilip geldiğinde olası kararsızlığı önlemek için güç devresinde elektromanyetik kontaktör ve röle kullanılarak izolasyon birimi oluşturulur.
4. MC: Ana Kontaktör (Main Contactor)

UYARI:

- Bakım yapılmadan önce AC besleme sökülmelidir.
- PLC yüksek sıcaklık ve rutubet, aşırı titreşim, aşındırıcı gaz, sıvı toz ve metal parçacıkların bulunduğu ortamlarda kurulmamalıdır. Ayrıca PLC'nin zarar görmemesi için kurulduğu yerde çeşitli koruyucu önlemler alınmalıdır (Örnek: Kapalı bir pano içinde kullanılmalıdır).
- Giriş/Çıkış Terminallerine kesinlikle doğrudan AC besleme bağlamayın. Bu durum PLC'ye zarar verebilir. Enerji vermeden önce bağlantıların doğru yapıldığından emin olun.
- Enerji kesildikten sonra en az 1 dakika boyunca iç devrelere elle dokunmayın.

- Elektromanyetik gürültüyü engellemek için, PLC'nin düzgün olarak topraklandığına, emin olun.

KURULUM

- PLC bağlantıları yapılırken PLC'nin içine iletken parçalar düşürmeyin.
- PLC ile diğer kompenentler arasında minimum 50mm boşluk bırakın ve PLC'yi yüksek voltaj hatlarından ve içinde güç barındıran donanımlardan uzak tutun.

Güç Terminalleri Bağlantıları ve Özellikleri: DC güç girişli PLC modellerinde, 24VDC ve 0V terminallerine DC güç beslemesi uygulanır. Güç Aralığı 20.4VDC – 28.8VDC olmalıdır.

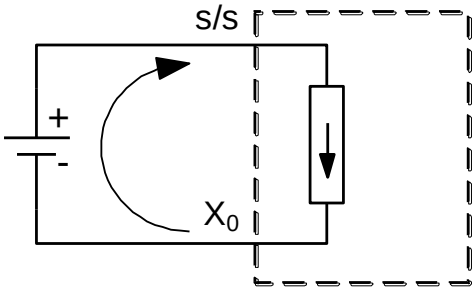
Güç gerilimi 20.4V DC'den küçükse PLC uygulaması duracak ve bütün çıkışlar pasif (OFF) olacak ve ardından ERROR LED yanıp sönecektir (Flash yapacak).

1.3.2. PLC'nin Giriş Bağlantısı

- PLC'ler NPN ve PNP giriş bağlantısını destekler. Fakat aynı ortak uca (SS ucu) bağlı giriş terminallerine NPN veya PNP bağlantılarından sadece bir tanesi yapılabilir.
- Giriş bağlantılarını yaparken sensör tipleri bağlantı şekline göre seçilmelidir. Örneğin; NPN sensörler kullanılıyorsa tüm buton, limit anahtarı, silindir sensörleri vb. girişler NPN bağlanmalıdır.
- PLC üzerindeki girişlere NPN bağlantı yapılıyken ilave ünite girişlerine (SS ortak ucu ayrı olduğu için) PNP bağlantı yapılabilir.
- PLC girişlerinin aktif olması için X terminallerine 24VDC uygulanmalıdır.

NPN ve PNP bağlantı şeklinin diğer bir ismi de Sink ve Source bağlantıdır. Sink ve Source bağlantı ismi daha yaygın olarak kullanılır.

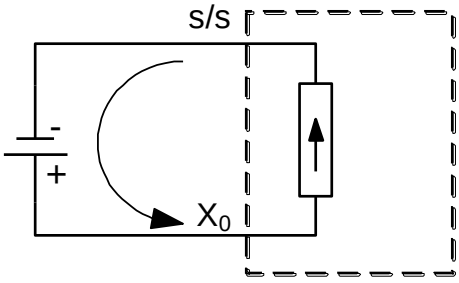
1.3.2.1. PLC Giriş Bağlantısı (NPN - SINK)



Şekil 1.6: NPN giriş bağlantısı

Sink: S/S ortak terminaline 24V DC (+) ucu bağlanır.

1.3.2.2. PLC Giriş Bağlantısı (PNP - SOURCE)

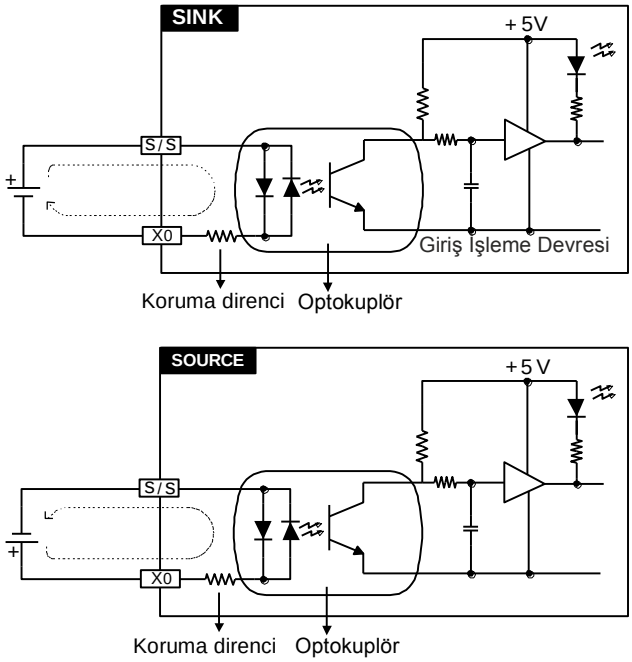


Şekil 1.7: PNP giriş bağlantısı

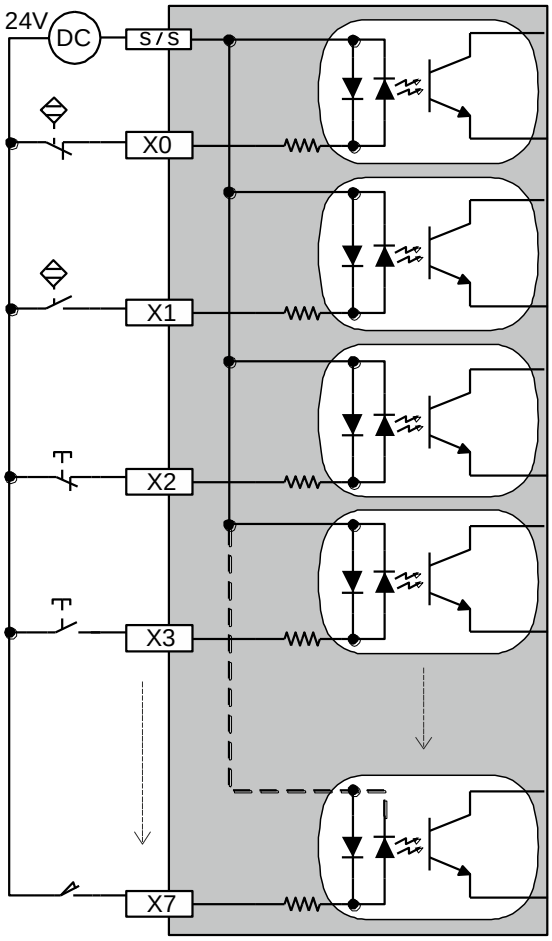
Source: S/S ortak terminaline 0V DC (–) ucu bağlanır.

1.3.2.3. Giriş Noktası Eşdeğer Devresi

Girişe uygulanan 24 V DC gerilimin optokuplöre zarar vermemesi için koruma direnci kullanılmıştır. PLC'nin her girişine ait bir koruma direnci mevcuttur. Girişe uygulanan gerilimi giriş işleme devresinden yalıtmak için optokuplör kullanılmıştır. Optokuplör uygulanan akımı her iki yönde geçirebildiğinden sink (NPN) veya source (PNP) bağlantı yapılabilir.



Şekil 1.8: Giriş noktası eşdeğer devresi



Şekil 1.9: PLC giriş devresi ve bağlantısı

1.3.3. PLC'nin Çıkış Bağlantısı

PLC'lerin çıkışları röle ve transistör olmak üzere 2 tiptir.

Transistör Çıkışı: Eğer PLC çıkışlarına Step motor, servo motor, solid state röle gibi hızlı anahtarlama gerektiren alıcılar kullanılıyorsa, transistör çıkışlı PLC'lerin kullanılması gerekir.

Röle Çıkışı: PLC çıkışlarına hızlı anahtarlama gerek-tirmeyen valf, lâmba, kontaktör, röle, küçük güçlü motor vb. alıcılar bağlanacaksa, röle çıkışlı PLC kullanılmalıdır.

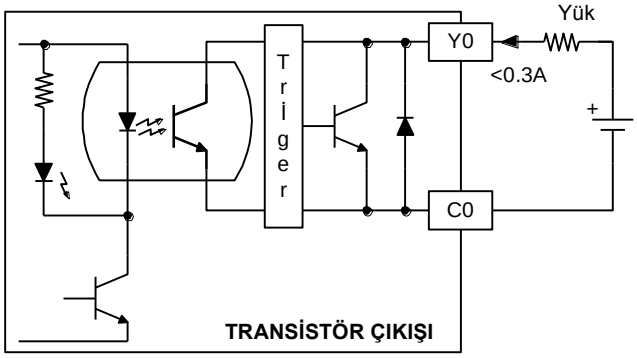
Transistör ve Röle Çıkışı: PLC çıkışlarına hızlı anahtarlama gerektiren alıcılar ile valf, kontaktör vb. alıcılar birlikte bağlanacaksa PLC, transistör çıkışlı olmalıdır. Valf, konaktör vb. diğer alıcılar için transistör çıkışlarına bir röle bağlanır. Röle üzerinden alıcılar çalıştırılır.

Tablo 1.1'de Delta marka DVP-14SS PLC modeline ait çıkış noktası elektrik özellikleri verilmiştir. Çıkış noktası elektrik özellikleri PLC modeline göre farklılık göstermektedir ve PLC modelinin bilgi kitapçığında bu bilgiler yer almaktadır.

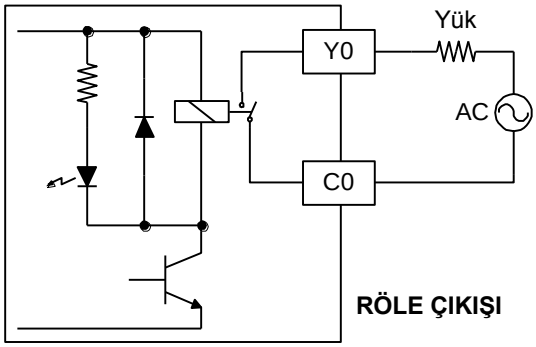
Çıkış Noktası Elektrik Özellikleri				
Çıkış Tipi	Röle-R		Transistör-T	
Akım Özellikleri	1.5A/1 nokta (5A/COM)		0.3A/1 nokta (2A/COM)	
Voltaj Özellikleri	250VAC altı, 30VDC		30VDC	
Maximum Yükleme	75 VA (İndüktif)	90 W (Resistif)	9W	
Cevap Zamanı	Yaklaşık 10 ms		Off -› On 15us	On -› Off 25us

Tablo 1.1: Çıkış noktası elektrik özellikleri tablosu

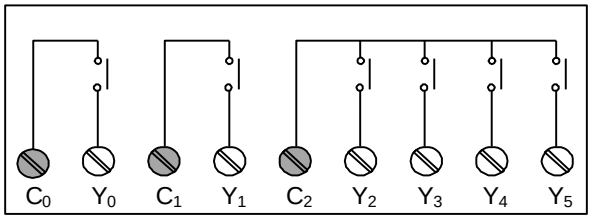
1.3.3.1. Çıkış Noktası Eşdeğer Devresi



Şekil 1.10: PLC'nin transistör çıkışı eşdeğer devresi



Şekil 1.11: PLC'nin röle çıkışı eşdeğer devresi

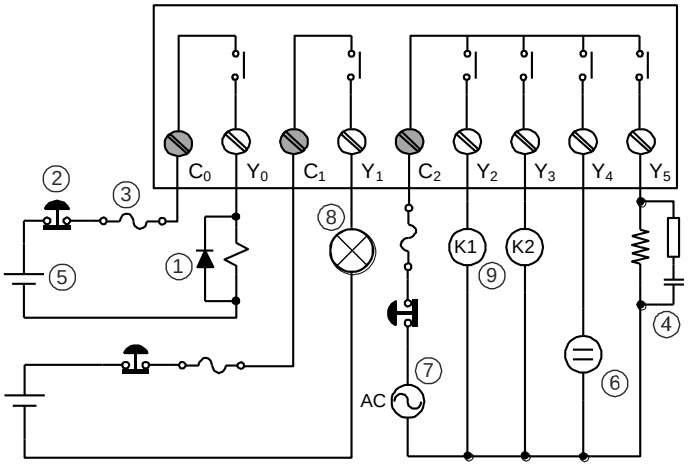


Şekil 1.12: PLC çıkışı ortak uçları

PLC'nin çıkış bağlantıları yapılacağı zaman ortak uçların bağlantısına dikkat edilmelidir. Y0 çıkış terminali C0 ortak ucunu, Y1 çıkış terminali C1 ortak ucunu, Y2~Y5 çıkışları C2 ortak ucunu kullanır (Şekil 1.12).

3 farklı COM (C0, C1 ve C2) ucundan 3 farklı voltaj bağlantısı yapılabilir. Tüm çıkışlara aynı voltaj bağlanacak ise (Örneğin: 24V DC) C0, C1 ve C2 uçları köprülenerek yapılabilir.

1.3.3.2. Röle Çıkışlı PLC'nin Bağlantısı

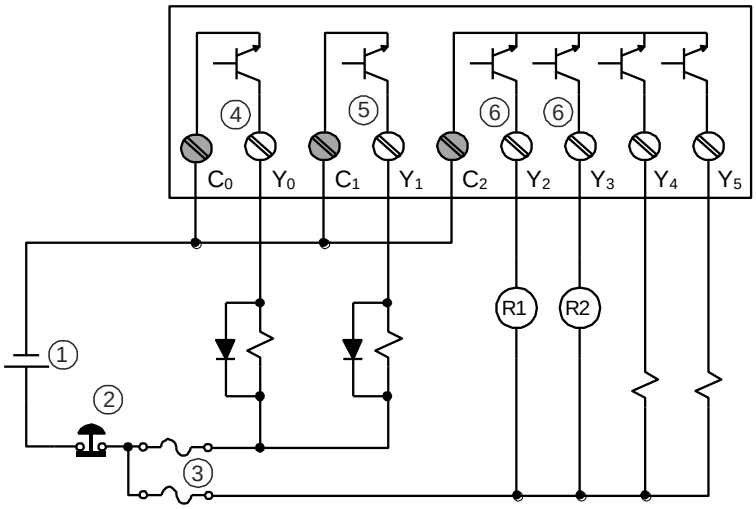


①	Dalga Emici Diyot: rölenin kontak ömrünü arttırır.
②	Acil Durdurma (Stop)
③	Sigorta: Çıkış devrelerini korumak için çıkış ortak ucuna 5~10A kapasiteli sigorta kullanın.
④	Dalga Emici: AC yükte oluşabilecek parazitleri düşürür.
⑤	DC güç kaynağı
⑥	Neon sinyal lambası
⑦	AC güç kaynağı
⑧	Akkor flemanlı lamba
⑨	Kontaktör veya röle

Şekil 1.13: Röle çıkış devresi bağlantısı

UYARI: Çıkışlardan sürülecek ekipmanın çektiği akım seviyesi daima göz önünde bulundurulmalı ve PLC çıkışlarından aşırı akım geçirilmemelidir. Eğer aşırı yük kapasitesi aşılırsa röle kontakları zarar görebilir veya devrelere zarar verebilir. PLC çıkışlarına bağlanacak yükün çalışma gerilimi ve akımı dikkat edilmesi gereken en önemli hususlardan biridir.

1.3.3.3. Transistör Çıkışlı PLC'nin Bağlantısı



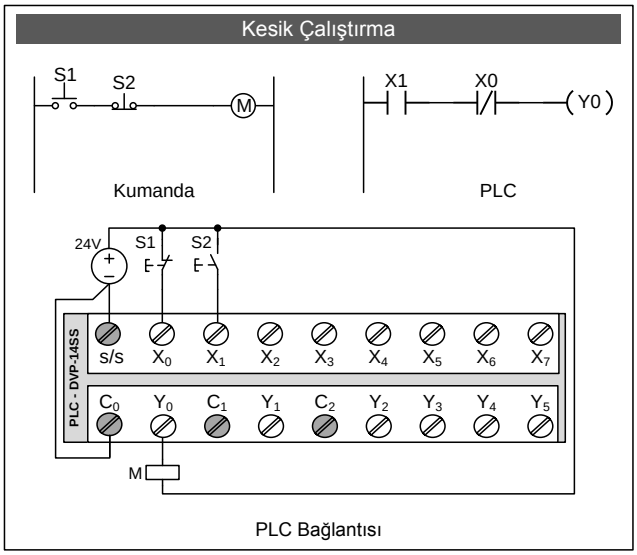
①	DC güç kaynağı
②	Acil Durdurma (Stop)
③	Devre koruma sigortası
④	Transistor modül çıkışı açık (open) kollektör çıkış olup Y0 çıkışı pals (pulse) çıkışı olarak ayarlanmıştır. Transistör modülünün düzgün çalışması için çıkış direnci çıkış akımını 0.1A üzerinde olmasını sağlayacak büyüklükte bir direnç olmalıdır.
⑤	Transistor modül çıkışı açık (open) kollektör çıkış olup Y0 çıkışı pals (pulse) çıkışı olarak ayarlanmıştır. Transistör modülünün düzgün çalışması için çıkış direnci çıkış akımını 0.1A üzerinde olmasını sağlayacak büyüklükte bir direnç olmalıdır.
⑥	DC Röle

Şekil 1.14: Transistör çıkış devresi bağlantısı

UYARI: Transistör çıkışlı bir DELTA PLC'nin çıkışları SOURCE bağlantıyı desteklemektedir. Çıkışların ortak uçlarına güç kaynağının eksi (-) ucu bağlanmalıdır.

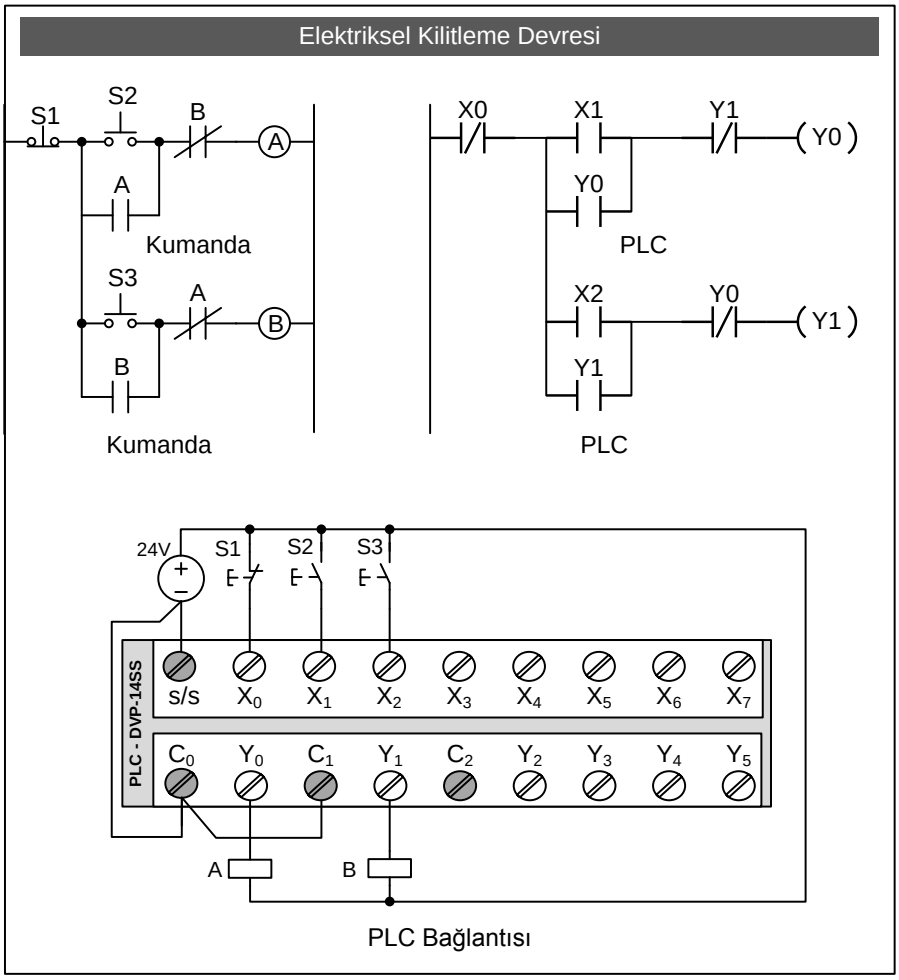
1.3.4. PLC Giriş ve Çıkış Bağlantı Örnekleri

Şekil 1.15'te kesik çalıştırma devresinin PLC bağlantısı görülmektedir. PLC girişleri ve çıkışları PNP (source) bağlantı yapılmıştır. Y0 çıkışına bağlanan kontaktör 24 V DC kontaktördür.



Şekil 1.15. Kesik çalıştırma devresi PLC bağlantı şekli

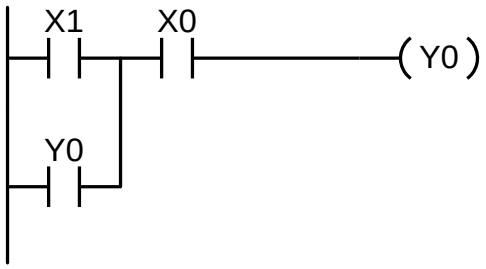
Şekil 1.16'da elektriksel kilitleme devresinin PLC bağlantısı görülmektedir. PLC girişleri ve çıkışları PNP (source) bağlantı yapılmıştır. Y0 ve Y1 çıkışına bağlanan kontaktörler 24 V DC kontaktördür. C0 ve C1 giriş ortak uçları köprüyle birleştirilmiştir. C0, Y0'ın ortak ucu, C1, Y1'in ortak ucudur.



Şekil 1.16: Elektriksel kilitleme devresi PLC bağlantı şekli

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki PLC devresini yazınız ve PLC'ye yükleyip test ediniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Yeni bir PLC dosyası açınız ve bilgisayarınıza kaydediniz.	➢ PLC modeli seçimine dikkat ediniz.
➢ Verilen PLC devresini yazınız.	➢ Dosyanızı belirli aralıklarla kaydetmeyi unutmayınız.
➢ PLC'ye yükleyip test ediniz.	➢ Online Mod ile devrenin çalışmasını inceleyebilirsiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. PLC programını yazabildiniz mi?		
2. Yazdığınız programı PLC'ye yükleyebildiniz mi?		
3. Yüklediğiniz programı test edebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) PLC devrelerinde hat üstüne paralel kontak bağlanmamalıdır.
2. ( ) Paralel devrelerde ters yönde akış olmamalıdır.
3. ( ) Paralel hatlarda boş hattın bağlanmasına izin verilir.
4. ( ) Dikey hatlar peş peşe yani aralarında bir kontak olmaksızın kullanılamaz.
5. ( ) PLC devresinde bir kontak istenildiği kadar kullanılabilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda gerekli ortam ve ekipman sağlandığında PLC komutlarını öğrenecek ve program yazabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

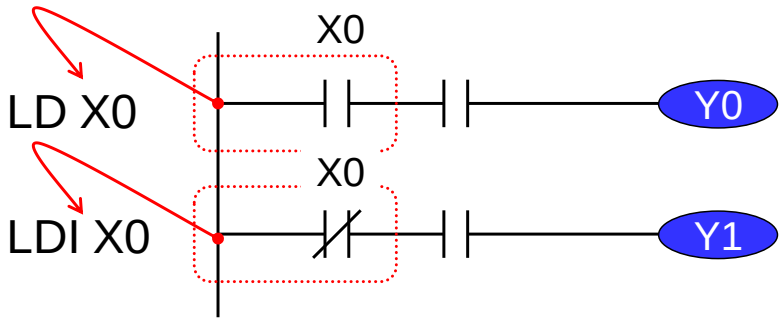
- Temel PLC komutlarını araştırarak not ediniz.

2. PLC KOMUTLARI

2.1. Giriş, Çıkış ve Yardımcı Röle Komutları

2.1.1. Başlangıç Komutu NA Kontak / Başlangıç Komutu NK Kontak

- **LD** normalde açık A kontağı (NA) uygulama başlangıç komutu
- **LDI** normalde kapalı B kontağı (NK) uygulama baslangıç komutu

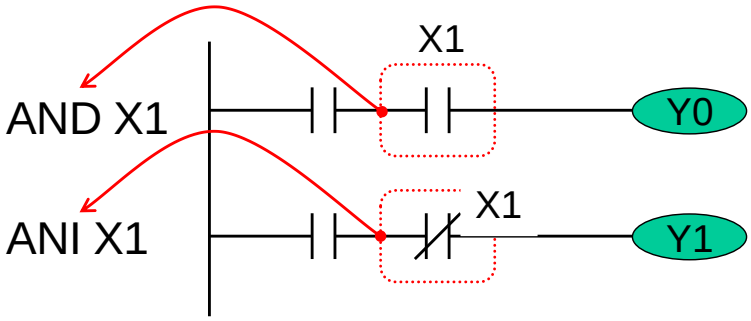


Şekil 2.1: PLC kontakları

2.1.2. NA Seri Bağlantı Komutu / NK Seri Bağlantı Komutu

- **AND** normalde açık (NA) seri bağlantı komutu (A kontak)
- **ANI** normalde kapalı (NK) seri bağlantı komutu (B kontak)

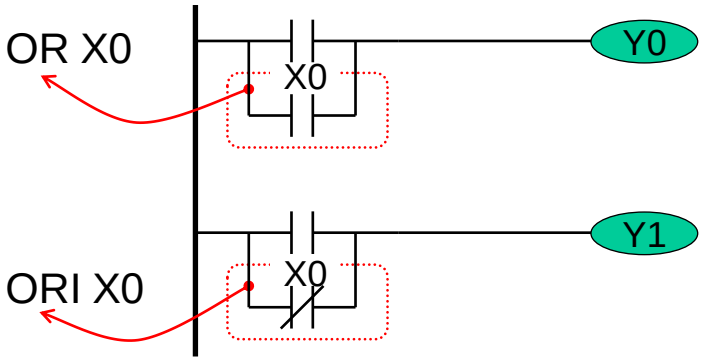
Belirlenen datanın ON/OFF durumunu okur, AND uygulamasını gerçekleştirir ve diğer şartların durumuna göre çıkışı yönlendirir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2: PLC kontakları

2.1.3. NA Paralel Bağlantı Komutu / NK Paralel Bağlantı Komutu

- **OR** normalde açık (NA) paralel bağlantı komutu (A kontak)
- **ORI** normalde kapalı (NK) paralel bağlantı komutu (B kontak)Belirlenen datanın ON/OFF durumunu okur, OR uygulamasını gerçekleştirir ve diğer şartların durumuna göre çıkışı yönlendirir (Şekil 2.3).

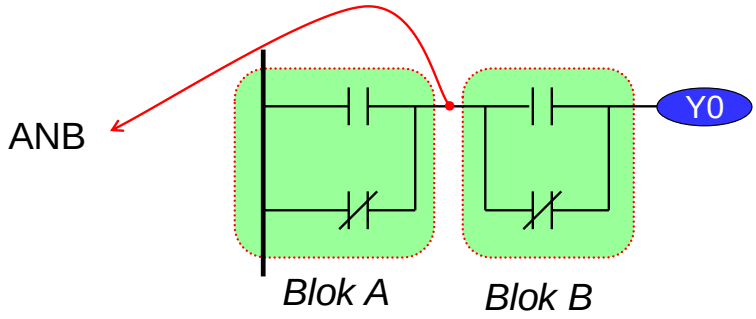


Şekil 2.3: Paralel bağlantı

2.1.4. İki Blokun Seri Bağlantısı

A ve B bloklarının seri bağlantısını sağlayan çalışma komutudur.

ANB kontak sembolü değil bağlantı sembolüdür. ANB komutu ile art arda 8 tane blok yazılabilir. Eğer art arda 8'den çok blok yazılırsa PLC self-test yaparken bunu algılar ve arıza verir. İlgili arıza kodu D1004 özel data registerine kaydedilir (Şekil 2.4).



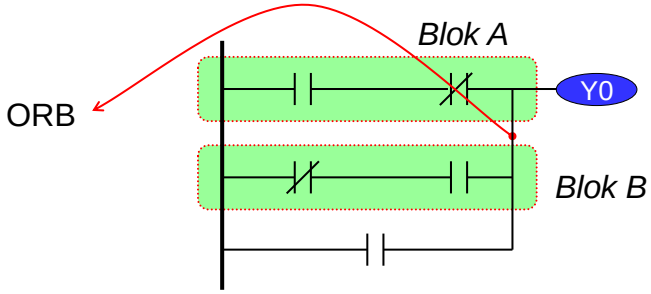
Şekil 2.4: Seri bağlantı

2.1.5. İki Blokun Paralel Bağlantısı

A ve B bloklarının paralel bağlantısını sağlayan çalışma komutudur.

ORB iki veya daha fazla kontak bulunan blokların birbirine paralel bağlantısında kullanılır. Sadece tek kontak bulunan bloklar bağlanırken OR ve ORI komutları kullanılır, ORB komutuna ihtiyaç yoktur. ORB bir kontak değil bir bağlantı sembolüdür.

ORB komutu ile ardarda 8 tane blok yazılabilir. Eğer ardarda 8'den çok blok yazılırsa PLC self-test yaparken bunu algılar ve arıza verir. İlgili arıza kodu özel data register D1004'e kaydedilir (Şekil 2.5).



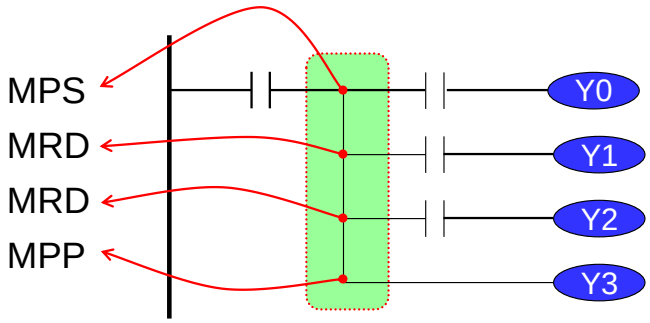
Şekil 2.5: Paralel bağlantı

2.1.6. MPS/MRD/MPP

MPS: Kendisinden 20önce gelen verinin ON/OFF durumunu saklayan çalışma komutudur. MPS komutu 8 adede kadar kullanılabilir. Ayrıca MPS komutları arasında MPP komutu kullanılırsa MPS komutu kullanma sayısı 1 azalır. Blokun ilk satırındadır.

MRD: MPS komutu tarafından saklanan datanın durumu.

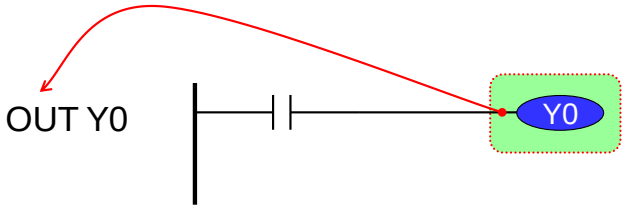
MPP: MPS komutu tarafından saklanan datanın durumunu okur ve işlem bittikten sonra bu datanın durumunu siler.



Şekil 2.6: MPS/MRD/MPP hatlarının bağlantısı

2.1.7. OUT – Çıkış Komutu

Bu komut kendinden önceki şartın sonucuna göre çıkış verir.

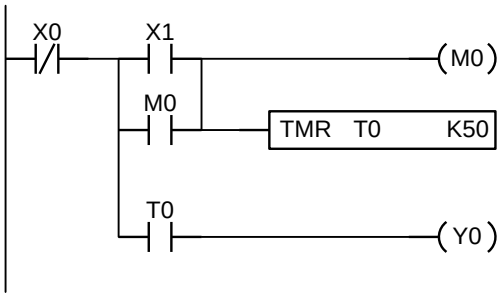


Şekil 2.7: Çıkış komutu

2.1.8. Yardımcı Röleler

Belirli hatları enerjili tutmak, PLC operasyon bayraklarını ve operator paneli (HMI) butonlarını çalıştırmak vb. Işlemlerde kullanılır.

Aşağıdaki devrede M0 yardımcı rölesi, Y0 çıkışının 5 saniye gecikmeli çalışması için hattı enerjili tutmaktadır.



Şekil 2.8: Yardımcı röle için örnek PLC devresi

PLC'deki yardımcı röle M sayısı PLC modeline göre farklılık göstermektedir. Yardımcı röle sayıları ve özellikleri için üretici firmanın PLC dokümanı incelenmelidir.

Örneğin:

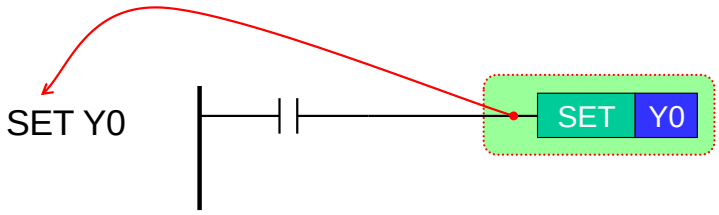
- Genel kullanım için: M0~M499, 500 nokta
- Kalıcı olanlar: M500~M999, 500 nokta
- Özel kullanım için: M1000~M1999, 1000 nokta (bazıları kalıcı)

2.1.9. Özel Amaç İçin Kullanılan Yardımcı Röleler

- **M1000:** PLC RUN konumuna alındığında sürekli açık (a kontak) olan röledir/bayraktır.
- **M1001:** PLC RUN konumuna alındığında sürekli kapalı (b kontak) olan röledir/bayraktır.
- **M1002:** PLC RUN konumuna alındığında ilk tarama için kapalı (b kontak) sonra sürekli açık (a kontak) olan röledir/bayraktır.
- **M1003:** PLC RUN konumuna alındığında ilk tarama için açık (a kontak) sonra sürekli kapalı (b kontak) olan röledir/bayraktır.

2.1.10. SET Komutu

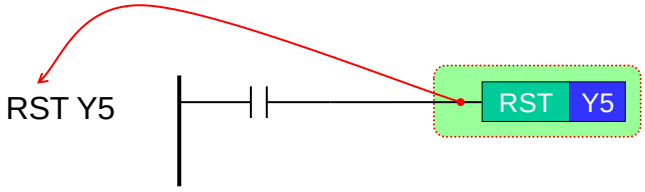
SET komutu şartı ON olduğunda komutta kullanılan bit ON olur. Komut şartı OFF olduğu zaman ilgili bit ON kalmaya devam eder. Komutta kullanılan bit RST komutu kullanılmadan OFF olmaz.



Şekil 2.9: Set komutu

2.1.11. RST Komutu

RST komutunun şartı ON olduğu zaman komutta belirtilen bit OFF olur.

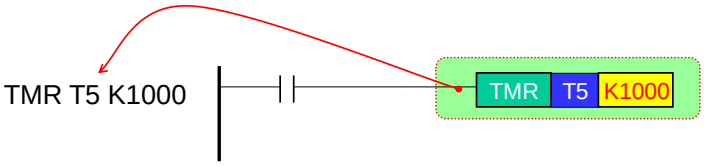


Şekil 2.10: Reset komutu

2.2. Zamanlayıcı ve Sayıcı Komutları

2.2.1. TMR – Zaman Rölesi

TMR komutunun önündeki şart ON olduğu anda, zaman röleyi bobini ON olur ve SET değerine doğru artmaya başlar. Süre dolduğunda (sayılan değer >= set değeri), zaman rölesi kontağı ON olur.



Şekil 2.11: Zaman rölesi komutu

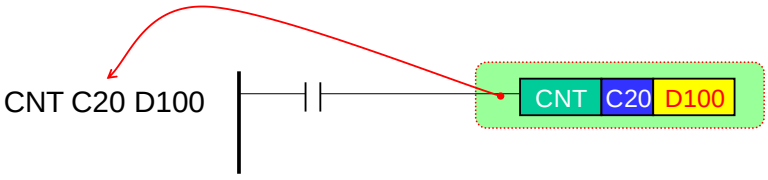
TMR komutunun önündeki şart OFF olduğu zaman Timer değeri "0" olur ve ilgili timer kontağı OFF olur.

TMR zamanı dolduktan sonra RST komutu kullanılmadan kontak durumu değişmez.

A negatif sayılar SET değeri olarak ayarlanamaz.

2.2.2. CNT – Sayıcılar

CNT komutunun önündeki şart OFF'tan ON'a geçtiği zaman sayıcı mevcut değerinin üzerine 1 ekler (sayma değeri). Sayıcı istenilen değere ulaştıktan sonra (sayılan değer = set değeri) ilgili sayıcı kontağı ON olur.



Şekil 2.12: Sayıcı komutu

CNT komutunun önündeki şart sürekli geldiği zaman sayma işlemi sadece 1 artar, sürekli artmaz. Onun için sayma girişi olarak puls kontağı kullanmaya gerek yoktur.
Sayma işlemi tamamlandıktan sonra ilgili CNT kontağı ON olur ve RST komutu ile sıfırlanmadıkça OFF olmaz. SET değeri negatif sayı olamaz.

2.3. Karşılaştırma Komutları

KOŞUL S1 S2	**S1:** Karşılaştırılacak değer **S2:** Karşılaştırılacak değer

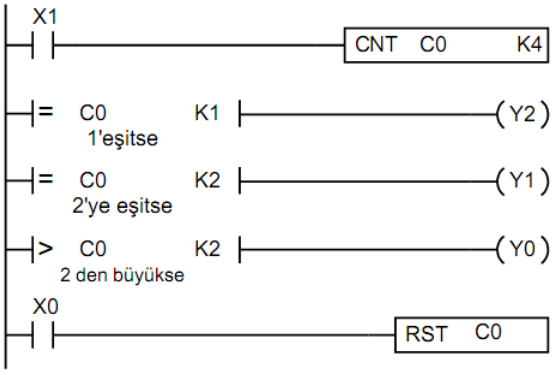
KOŞULLAR

API	16 bit	32 bit	Akım: Geçirir	Akım: Geçirmez
224	AND=	DAND=	$S_1 = S_2$	$S1 \neq S2$
225	AND>	DAND>	$S_1 > S_2$	$S1 \leq S2$
226	AND<	DAND<	$S_1 < S_2$	$S_1 \geq S_2$
228	AND<>	DAND<>	$S_1 \neq S_2$	$S_1 = S_2$
229	AND<=	DAND<=	$S_1 \leq S_2$	$S_1 > S_2$
230	AND>=	DAND>=	$S_1 \geq S_2$	$S_1 < S_2$

D (Double Word), 32 bit'lik veri.

Tablo 2.1: Karşılaştırma komutu tablosu

Örnek Devre:



Şekil 2.13: Karşılaştırma devresi örneği

C0 sayıcısı X1 girişinden gelen sinyalleri saymaktadır.

C0'ın anlık değeri 1'e eşitse Y2 çıkışı, 2'ye eşitse Y1 çıkışı, 2'den büyükse Y0 çıkışı aktif olmaktadır.

X0 = 1 olduğunda sayıcı sıfırlanmaktadır.

2.4. Kayıt Defterleri ve Taşıma Komutları

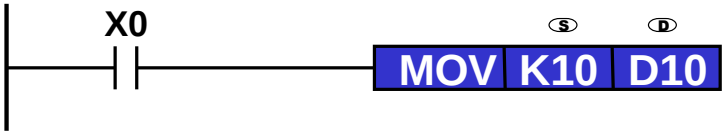
2.4.1. Kayıt Defterleri

PLC içerisinde kalıcı veya kalıcı olmayan yazılabilir, silinebilir ve özel amaçlı veri alanları bulunmaktadır. Bu veri alanları operatör paneli (HMI) sayfasını değiştirme, hata raporlama, sayıcı, zaman rölesi vb. değerlerini saklama, toplama, çıkarma, çarpma, karekök alma vb. aritmetik işlemlerde, gerçek zaman saati, gün, ay, yıl değerlerinin saklanması vb. birçok uygulamalarda kullanılmaktadır.

Veri alanları D harfi ile gösterilmektedir. D, İngilice Data (veri) kelimesinin kısaltmasıdır.

Veri alanları PLC modeline göre D0, D1, ... D9999' a kadar olabilir (10 bin adet).

2.4.2. MOV – Taşıma Komutarı



Şekil 2.14: Taşıma komutu

Bu komutla **S**'deki değer D'ye transfer olur.

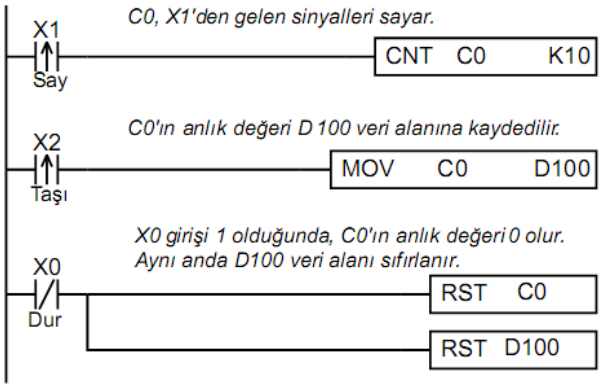
S

- Uygulamada kullanılan kaynak veridir.
- Kaynak veri aşağıdakiler olabilir:
  - a. Sabit Sayı (K,H): Program çalışırken değişmez.
  - b. Bit,Word (M,D): Program çalışırken değişebilir.
- 1'den fazla Kaynak Parametresi varsa S1, S2 kullanılır.

D

- Uygulama sonucunun kaydedildiği hedef datadır.
- 1'den fazla hedef parametre varsa D1, D2 kullanılır.

Örnek Devre: Sayıcının Anlık Değerinin Taşınması ve Veri alanının Sıfırlanması

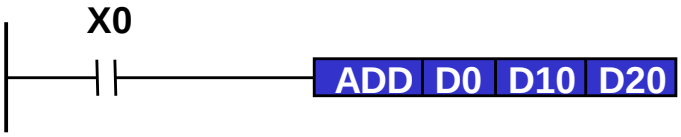


Şekil 2.15: Taşıma komutu için örnek PLC devresi

2.5. Aritmetik İşlemler

2.5.1. ADD – Toplama Komutu

Veri toplama işlemini yerine getirir.

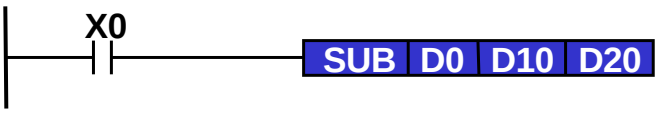


Şekil 2.16: Toplama komutu

Yukarıdaki devrede komut işletildiğinde D0'daki veri ile D10'daki veri toplanır. Sonuç D20 veri alanında saklanır.

2.5.2. SUB – Çıkarma Komutu

Veri çıkarma işlemini yerine getirir.



Şekil 2.17: Çıkarma komutu

Yukarıdaki devrede komut işletildiğinde D0'daki veriden D10'daki veriyi çıkarır. Sonuç D20 veri alanında saklanır.

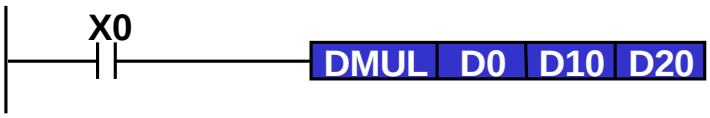
2.5.3. MUL – Çarpma Komutu

- Veri çarpma işlemini yerine getirir.
- **Program Örneği (16-bit):**

Şekil 2.18: Çarpma komutu

Yukarıdaki devrede X10=ON olduğunda 5678 ve 1234 sayılarını çarparak sonucu D10 ve D11 içine kaydeder. Sonuç D10 içine sığmayacak kadar büyüktür çünkü her 27ery alanı 16 bittir. Sonuç 32 bitlikse taşan 27ery sonraki 27ery alanında saklanır.Yüksek 16-bit D11'de, düşük 16-bit D10'da kaydedilmektedir.

Program Örneği (32-bit):



Şekil 2.19: 32 Bit çarpama komutu

D0 ve D1 ikisi toplamda 16 +16 = 32 bitlik veri,
D10 ve D11 ikisi toplamda 16 +16 = 32 bitlik veri taşımaktadır.

Yukarıdaki devrede X10=ON olduğunda D0 ve D1'deki veri ile D10 ve D11'deki veriyi çarparak 64 bit çarpma sonucunu D20 – D23'e kaydeder.

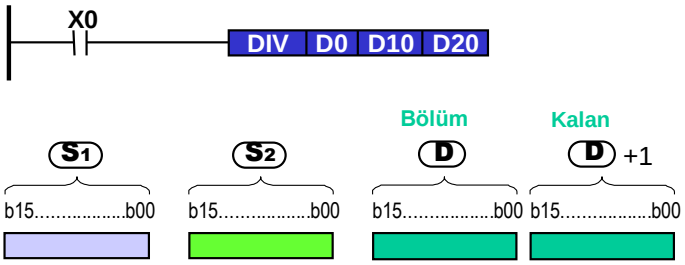
2.5.4. DIV – Bölme Komutu

Veri bölme işlemini yerine getirir.

Uygulama sonucuna göre bölüm ile kalan word parametresi için 32-bit kullanılarak kaydedilir. Bit parametreleri içeren uygulamalarda ise sadece bölüm 16 bit olarak kaydedilir.

(S1) ve (S2) datasının pozitif veya negatif kararı en üst bit olan b15'ten (D) de ise b31'den yapılır.

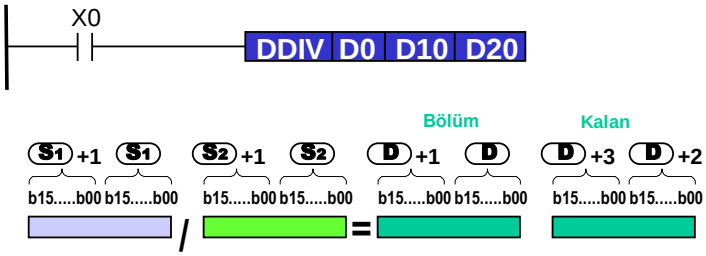
Program Örneği (16-bit):



Şekil 2.20: Bölme komutu

- **Bölüm:** Düşük 16 bite kaydedilir.
- **Kalan:** Yüksek 16 bite kaydedilir (Sadece Word parametreleri durumunda kaydedilebilir.).

Program Örneği (32-bit):



Şekil 2.20. 32 bit bölme komutu

- **Bölüm:** Düşük 32 bite kaydedilir.
- **Kalan:** Yüksek 16 bite kaydedilir (Sadece Word parametreleri durumunda kaydedilebilir.).

X0=ON olduğunda olarak D1-D0 değerini, D11-D10 değerine böler. Bölümde belirtilen D21-D20'de kalan ise D23-D22'de kaydedilir.

2.6. Adım Kontrol Rölesi

2.6.1. Step (Adım) Ladder Komutu [STL], [RET]

- **Komut:** STL
- **Fonksiyonu:** Adım (Step) kontrolünü başlatma
- **Adres:** S0 ~ S1023 (PLC modeline göre adresler değişir.)
- STL Sn bir adım kontrolünü (step) oluşturan komuttur. Adım kontrollerinin başlangıç adresleri S0 ~ S9 olmak üzere toplam 10 adettir. RET komutu S0 ~ S9 ile başlayan adımların sonunu gösterir. SFC, STL başlayan ve RET ile biten adım kontrollerini kullanır. Kullanılan adım kontrol numarası tekrar kullanılamaz.
- **Komut:** RET

- **Fonksiyonu:** Adım kontrolünün bittiğini gösterir
- RET adım kontrolünün bittiğini gösterir. Adım kontrolü RET kullanılarak bitirilmek zorundadır.

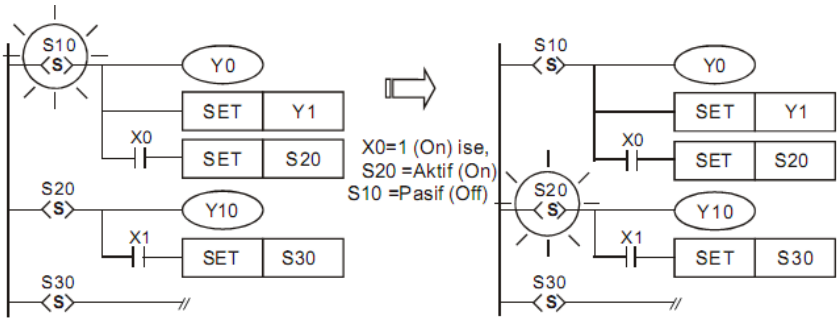
2.6.2. Adım Dizisinin Çalışması

- S10 adımı aktif olunca;
  - Y0 çıkışı için OUT komutu kullanıldığından dolayı S10 aktif olduğu sürece Y0 çıkışı da aktif olur.
  - Y1 çıkışı için SET komutu kullanıldığından dolayı RST komutuyla pasif edilene kadar aktif olmaya devam edecektir.
  - X0 = 1 olduğunda (geçiş şartı gerçekleştiğinde) S20 adımı aktif olurken S10 adımı pasif olur.

- S20 adımı aktif olunca;
  - S20 adımında Y0 çıkışı yazılmadığından dolayı Y0 pasif olur. Fakat Y1 aktif olmaya devam edecektir (S10 adımında SET edilmişti.).
  - Y10 için OUT komutu kullanıldığından dolayı S20 aktif olduğu sürece Y10 çıkışı da aktif olur.
  - X1=1 olduğunda (geçiş şartı gerçekleştiğinde) S30 adımı aktif olurken S20 adımı pasif olur.

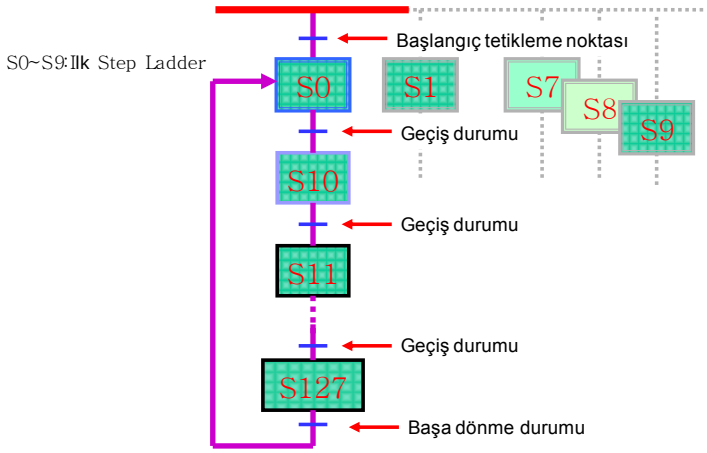
- S30 adımı aktif olunca;
  - S30 adımında Y10 çıkışı yazılmamışsa Y10 pasif olur fakat Y1 aktif olmaya devam edecektir.
  - S30 adımında Y0 çıkışı tekrar yazılırsa Y0 yeniden aktif olur. Çıkışlar adımlar içerisinde tekrar kullanılabilir.

Adımlar içerisinde girişler tekrar kullanılabilir.



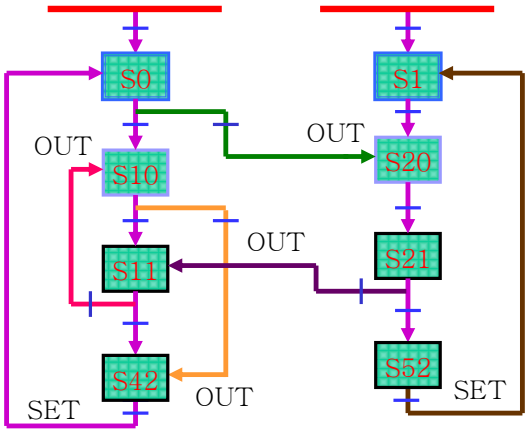
Şekil 2.21: Adımlar arası geçiş

Standart Yapı



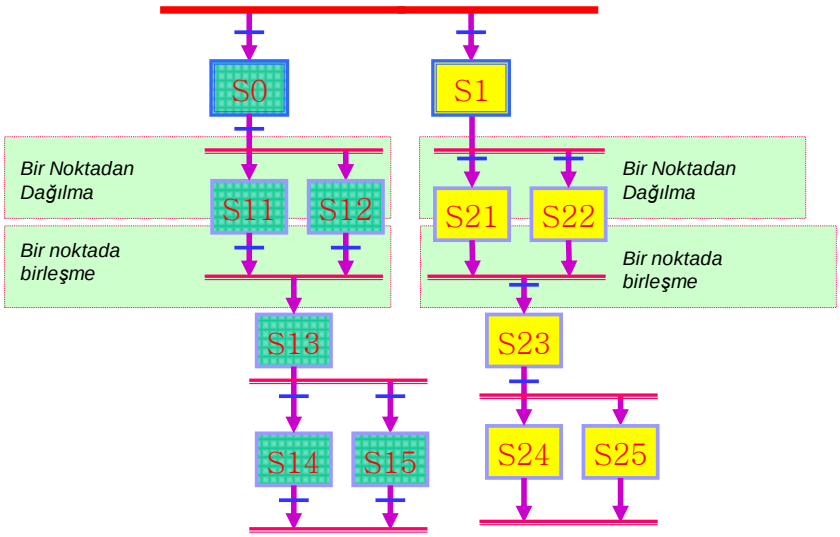
Şekil 2.22: Standart adım dizisi

Atlamalı Yapı



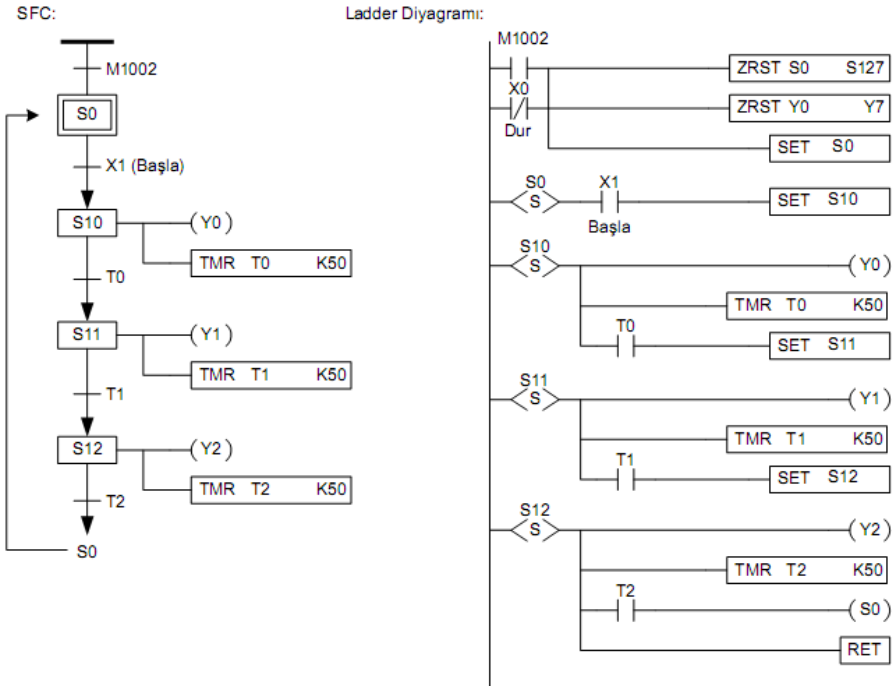
Şekil 2.23: Atlamalı adım dizisi

Karışık Yapı



Şekil 2.24: Karışık yapı

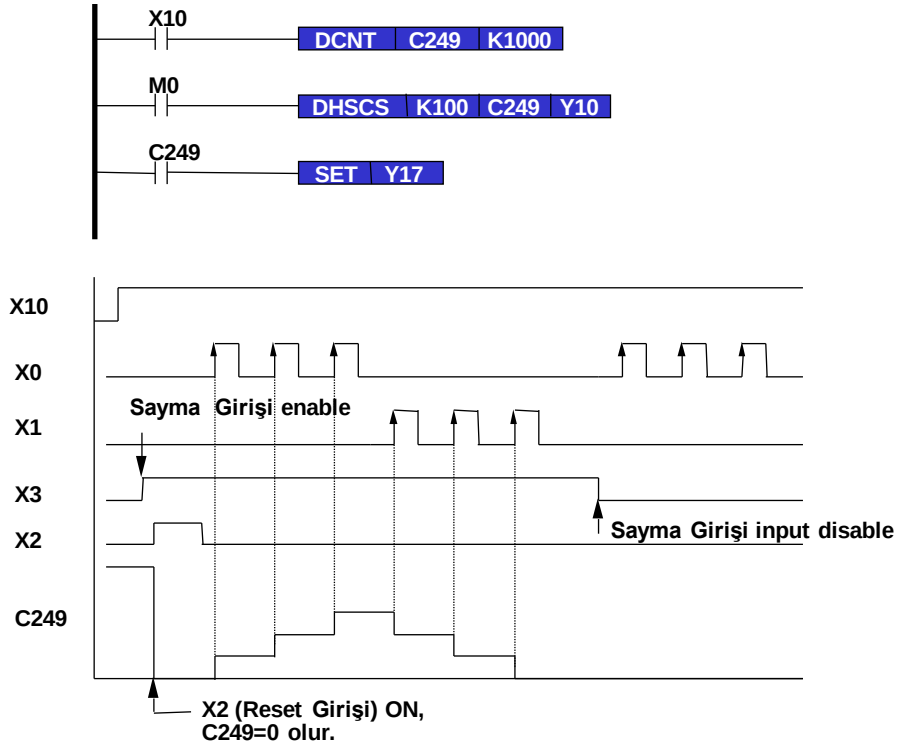
Örnek Uygulama: X1 girişi aktif olduktan sonra Y0, Y1 ve Y2 çıkışları art arda beşer saniye aktif eden devre



Şekil 2.25: Adım komutu için örnek PLC devresi

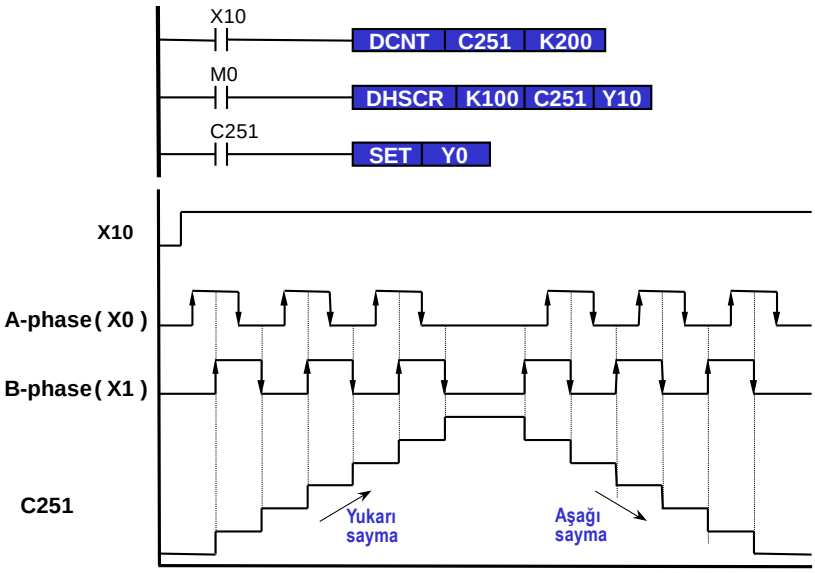
2.6.3. Hızlı Sayıcı Komutu

- C235 ile C254 arasındaki sayıcılar hızlı sayıcılardır.
- DHSCS ve DHSCR Komutlarında 16-Bit uygulama yoktur. Uygulamadaki I/O ihtiyaçlarına göre ayarlanabilen (X0-X3) girişlere uygun yüksek hızlı sayıcı belirlenir.
- Saymanın amacı (S2) değeri (S1) e ulaştığı zaman özel uygulama yapmaktır. Counter değeri kullanıcının belirlediği değere ulaşınca interrupt routine atlayacak. Interrupt routine içinde ani uygulamalar için (D)'nin özel röle kullanılması önerilir.
- Sayıcı mevcut değerini DHSCS ve DHSCR komutlarında belirtilen 4 set değerine kadar karşılaştırabilir. Eğer (D) Y ile kullanılacaksa Y00-Y17 arası bir değer seçilmelidir.



Şekil 2.26: Hızlı sayı komutu

- M0=ON olduğunda C249 sayıcı değeri 99'dan 100'e veya 101'den 100'e geçtiğinde Y10=ON olacaktır.
- C249 sayıcı değeri 999'dan 1000'e veya 1001'den 1000'e geçtiğinde Y17=ON olacak fakat program taramadan dolayı çıkışta gecikme olacaktır (Şekil 2.26).

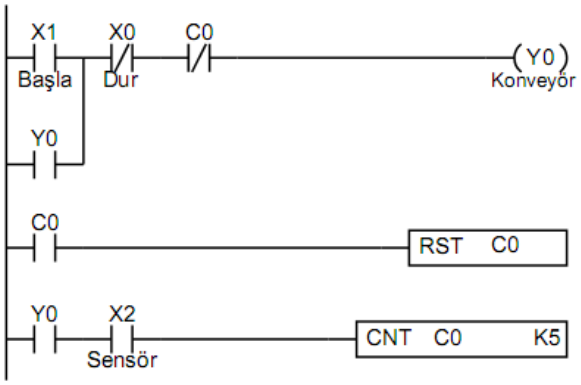


Şekil 2.27: Hızlı sayıcı komutu

- M0=ON olduğunda C251 hızlı sayıcı değeri 99'dan 100'e veya 101'den 100'e geçtiğinde Y10=OFF olacaktır.
- C251 sayıcı değeri 199'dan 200'e veya 201'den 200'e geçtiğinde C251 aktif olacak, aynı anda Y0 çıkışı ON yapacaktır. Program taramadan dolayı çıkışta bir gecikme oluşacaktır (Şekil 2.27).

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki PLC devresini yazınız ve PLC'ye yükleyip test ediniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Yeni bir PLC dosyası açınız ve bilgisayarınıza kaydediniz.	➢ PLC modeli seçimine dikkat ediniz.
➢ Verilen PLC devresini yazınız.	➢ Dosyanızı belirli aralıklarla kaydetmeyi unutmayınız.
➢ PLC'ye yükleyip test ediniz.	➢ Online Mod ile devrenin çalışmasını inceleyebilirsiniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. PLC programını yazabildiniz mi?		
2. Yazdığınız programı PLC'ye yükleyebildiniz mi?		
3. Yüklediğiniz programı test edebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( ) TMR komutu zaman rölesi komutudur.
2. ( ) CNT komutu sayıcı komutudur.
3. ( ) NOV komutu veri taşıma işlemini yapar.
4. ( ) MUL komutu toplama komutudur.
5. ( ) ADD komutu toplama komutudur.
6. ( ) SET komutu biti (Y0, M0 vb.) sürekli aktif eder.
7. ( ) RST komutuyla sayıcının anlık değeri silinebilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–3

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda gerekli ortam ve ekipman sağlandığında step ve servo motor çeşitler öğrenecek ve PLC ile step ve servo motor kontrolünü yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Servo motor çeşitlerini araştırarak not ediniz.
- Step motor çeşitlerini araştırarak not ediniz.

3. SERVO VE STEP MOTOR KONTROLÜ

3.1. Step ve Servo Motor Çeşitleri

3.1.1. Servo Motor Tanımı

Servo motor, bir mekanizmada son kontrol elemanı olarak görev yapan motordur. Genellikle güç sağlayan motorlar belirli bir hızda dönmeye göre tasarlanırken servo motorlar çok geniş bir hız komutunu yerine getirecek şekilde tasarlanır. Servo motorlar kullanıcının komutlarını yerine getiren motorlardır. Komutlar, pozisyon ve hız komutları veya hız ve pozisyonun birleşimi olabilir. Bir servo motor şu karakteristiklere sahip olmalıdır:

- Geniş bir hız sınırı içinde kararlı olarak çalışabilmelidir.
- Devir sayısı, hızlı ve düzgün şekilde değiştirilebilmelidir yani küçük boyuttan büyük moment elde edilebilmelidir.

Resim 3.1: Servo motor

3.1.2. Servo Motor Çeşitleri

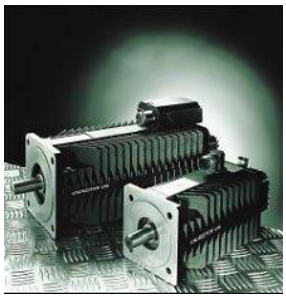
DA servo motor ve AA servo motor olmak üzere iki çeşittir.

Servo motor AA ya da DA olarak bulunur. İlk zamanlarda servo motor genelde DA motorlardır; çünkü uzun yıllar yüksek akımlar için tek kontrol yöntemi transistör kullanılmaktaydı. Transistörler yüksek akımları kontrol etme yeteneği kazandıkça ve yüksek akımları yüksek frekanslarda anahtarlandıkça servo motorlar daha sık kullanılmaya başlandı. İlk servo motor özellikle güçlendiriciler için tasarlanmıştı. Step motor kullanılmayan kapalı devre (çıkışın kontrol edildiği) sistemlere servo sistem diye adlandırılmaktadır. Bu yüzden hız kontrolcüye bağlanmış basit bir AA endüksiyon motorunun da servo motor olarak adlandırmak mümkündür.

Servo motor olarak tasarlanmış bir motorda yapılması gereken değişiklikler; ısıtma yapmadan bir hız aralığında çalışma kabiliyeti, sıfır hızda çalışırken yükü belirli bir pozisyonda tutmaya yeterli torku sağlama yeteneği ve uzun süreler için aşırı ısınmadan çok düşük hızlarda çalışma kabiliyetidir. Eski tip motorlarda doğrudan motor şaftına bağlanmış bir motor fanı bulunur. Motor düşük hızda çalışırken fan, motoru soğutmak için yeterli havayı hareket ettiremez. Daha yeni motorlarda ayrı bir fan monte edilmiştir. Bu fan, ideal soğutucu havayı sağlar. Bu fan sabit bir gerilim kaynağıyla güçlendirilmiştir. Böylelikle servo motorun hızından bağımsız olarak her zaman maksimum devirde döner.

3.1.3. DA Servo Motor

Bu motorlar konvansiyonel DA motorlar gibi üretilir ancak boyutları minyatürdür ve kutupsal hareketsizlik momentini minimize etmek için endüvide uzunluk/yarıçap oranı yüksektir. Alan sarılabilir, bu durumda ayrık ya da merkeze bitişik olur. Alternatif olarak alan sistemi sabit mıknatıslarla (genellikle ferrit) kurulabilir, bu durumda motor sabit mıknatıslı motor olarak bilinir ve sadece endüvi (armatör) kontrol edilebilir. Endüvi ya komütatör iki taraflı baskı devre olabilir ve böyle motorlar DA motor olarak bilinir. Kutupsal eylemsizli momentini düşük tutmak için düşük endüvi kütlesi düşük uzunluk/yarıçap oranını dengeler.



Resim 3.2: DA motoru

3.1.3. AA Servo Motorlar

DA servo motorların güçleri birkaç Watt'tan bir kaç yüz Watt'a kadar olabilir. DA servo motorlar yüksek güçlü uygulamalarda kullanılır. Günümüzde AA servo motorlar hem düşük hem de yüksek güç uygulamalarda kullanılmaktadır. AA motorların yapıları basit ataletleri düşüktür. Ancak genellikle doğrusal olmayan özellik gösteren ve yüksek manyetik bağa sahip makinelerdir. Ayrıca moment-hız karakteristikleri DA servo motorlarınki gibi ideal değildir, bunların yanı sıra AA servo motorları aynı boyuttaki DA servo motor ile karşılaştırıldıklarında daha düşük momente sahiptir.

Resim 3.3: AA motoru

3.1.4. Servo Motorların Kullanıldığı Yerler

Servo motorlar bazen kontrol motorları olarak da adlandırılır, elektrik motorları olup özellikle kontrol sistemlerinde çıkış hareketini kontrol edici olarak kullanılmak üzere tasarlanır ve üretilir.

Servo motor birkaç Watt'tan bir kaç yüz Watt'a kadar olabilir. Servo motorlar, yüksek hız tepkisine sahiptir. Bu özellik ise servo motorların düşük rotor ataletine sahip olmalarını gerektirir. Bu motorlar daha küçük çaplı ve daha uzundur. Servo motor normal olarak düşük veya sıfır hızda çalışır; bundan dolayı moment veya güç değerleri aynı olan klasik motorlara göre boyutları daha büyüktür. Hassas devir sayısı ayarı yapılabilir, ayrıca devir sayıcı gerekmez.

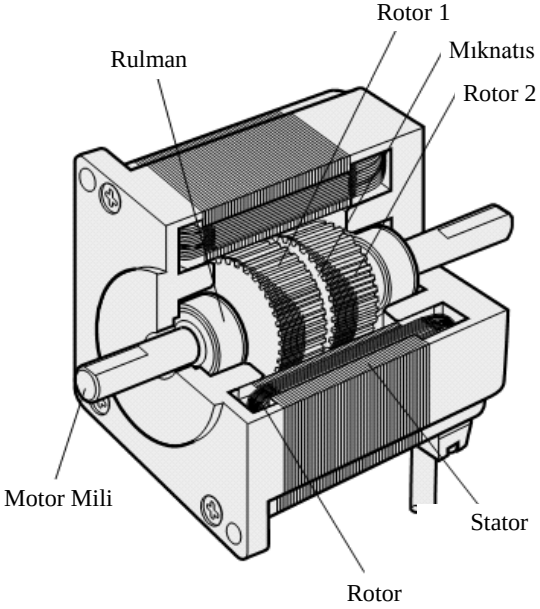
Servo motorların kullanım alanı çok geniştir. Servo motorlar; robotlar, radarlar, nümerik kontrollü makinelerde (CNC),otomatik kaynak makinelerinde, pres makinelerinde, paketleme makinelerinde, sargı yarı iletken üretim ünitelerinde, yüksek hızlı çip yerleştiricilerinde, tıbbi cihazlarda, anten sürücüleri vb. yerlerde kullanılır.

- Dinamik yük ve hız değişikliği
- Yüksek kararlılık
- Pozisyonlama
- Periyodik çalışma

3.1.5. Adım (Step) Motorların Tanımı ve Yapısı

Adım motorları, adından da anlaşılacağı gibi adım adım hareket eden yani sargılarından birinin enerjilenmesi ile sadece 1 adım hareket eden motorlardır. Bu adımın kaç derece olacağı motorun tasarımına bağlıdır. Bu husus ileriki konularda anlatılacaktır.

Adım motor, elektrik enerjisini dönme hareketine çeviren eletromekanik bir cihazdır. Elektrik enerjisi alındığında rotor ve buna bağlı şaft, sabit açısal birimlerde (adım adım) dönmeye başlar. Adım motorlar, çok yüksek hızlı anahtarlama özelliğine sahip bir sürücüye bağlıdır (adım motor sürücüsü). Bu sürücü, bir encoder, PC veya PLC'den giriş darbeleri (pals) alır. Alınan her giriş darbesinde, motor bir adım ilerler. Adım motorlar bir turundaki adım sayısı ile anılır. Örnek olarak 400 adımlık bir adım motor bir tam dönüşünde (360º) 400 adım yapar. Bu durumda bir adımın açısı 360/400 = 0,9º derecedir. Bu değer, adım motorun hassasiyetinin bir göstergesidir. Bir devirdeki adım sayısı yükseldikçe adım motor hassasiyeti ve dolayısı ile maliyeti artar.



Şekil 3.1: Step moturun yapısı

3.1.6. Adım Motorların Çeşitleri

Adım motorlar yapılarına göre beş çeşittir:

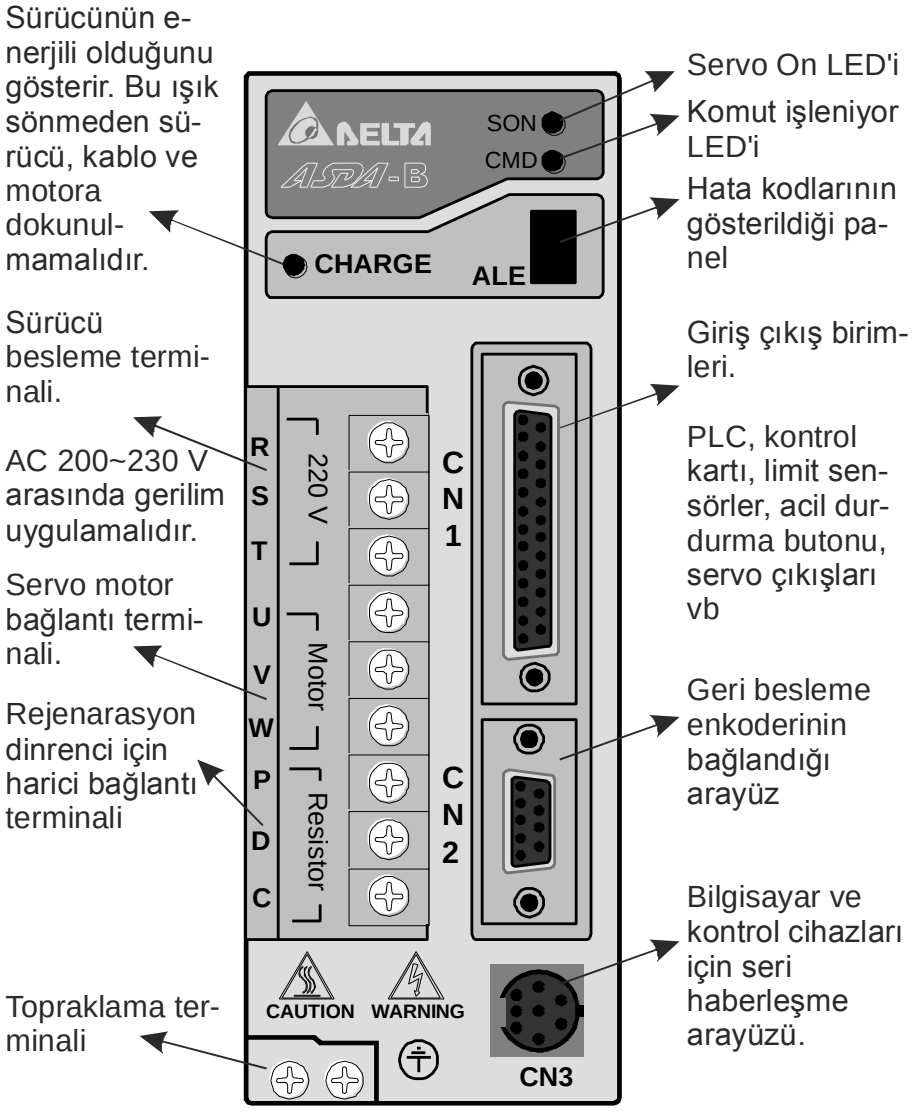
- Sabit mıknatıslı adım motorlar (PM)
  - İki fazlı sabit mıknatıslı iki fazlı adım motor
  - Orta uçlu sargılara sahip sabit mıknatıslı adım motor
  - Disk tipi sabit mıknatıslı adım motor
  - Dört fazlı sabit mıknatıslı adım motor

- Değişken relüktanslı adım motorlar (VR)
  - Tek parçalı
  - Çok parçalı

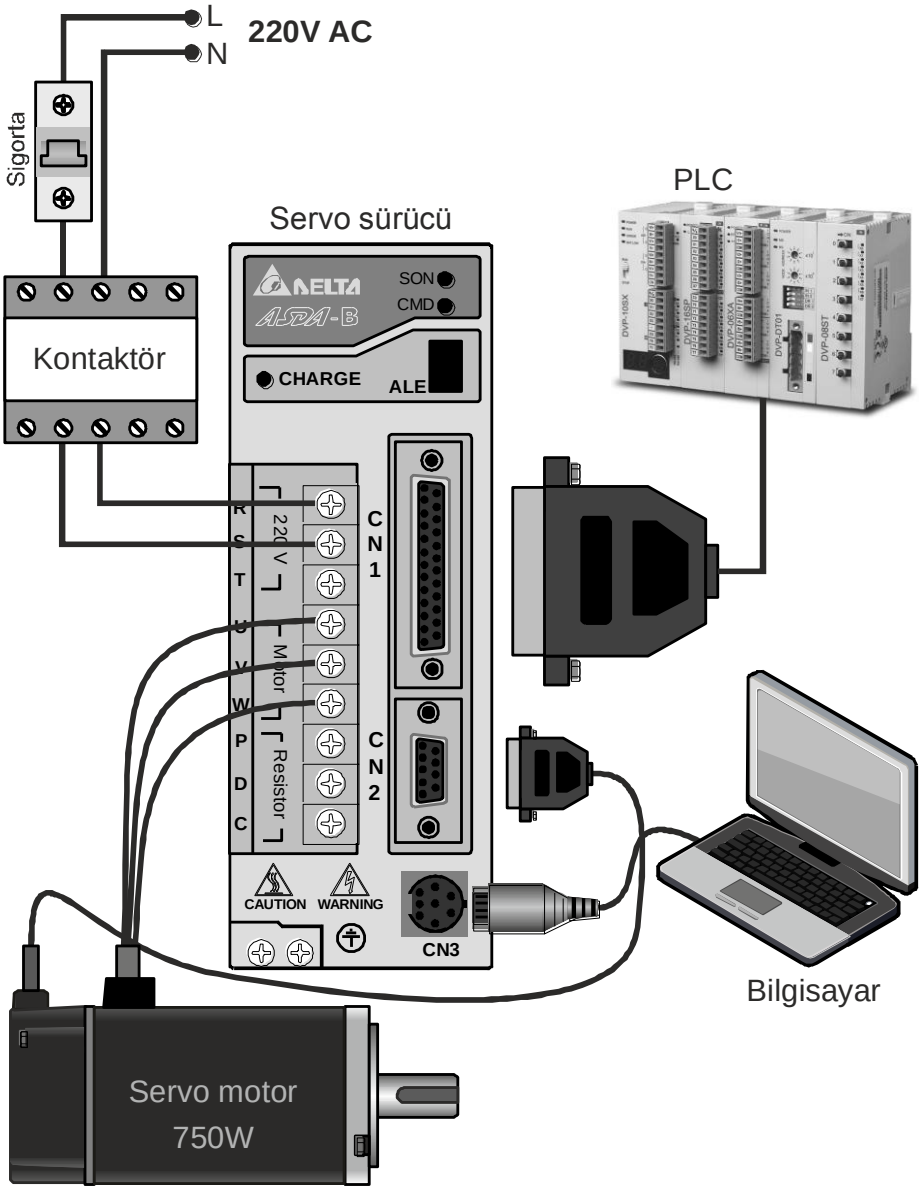
- Hybrid adım motorlar
- Hidrolik adım motorlar
- Lineer adım motorlar

3.2. Step ve Servo Motor Bağlantıları

3.2.1. Servo Motor Sürücüsü Güç Bağlantısı



Resim 3.4: 750W 1 fazlı servo motor sürücüsü



Resim 3.5: 750W 1 fazlı servo motor sürücüsünün güç, bilgisayar ve PLC bağlantısı

3.2.1.1. Kurulum

Sürücü ve motoru kataloglarında belirtilen ortam değerlerin dışında kurmayınız. Aksi halde elektrik şokuna, yangına ya da kişisel hasarlara sebep olabilir.

3.2.1.2. Bağlantı

- Ürünün toprak terminaline sınıf-3 toprak bağlantısı yapılmalıdır(Toprak direnci 100Ω geçmemelidir.). Yanlış yapılan topraklama elektrik şokuna ya da yangına sebep olabilir.
- U, V, W terminallerine besleme bağlamayınız. Aksi takdirde ciddî yaralanmalar ve yangın oluşabilir ya da sürücü zarar görebilir.
- Besleme kaynağı, servo sürücü ve motor üzerindeki bütün vidalar, konnektörler ve kablo terminallerinin doğru bağlandığından emin olun. Aksi halde ürün hasar görebilir, yangına sebep olabilir ya da kişisel hasarlar meydana gelebilir.

3.2.1.3. Çalışma

- Mekanik sistem bağlı iken çalışmaya geçmeden önce, mekanik sisteme uygun parametrelerin kullanıcı tarafından tanımlanıp tanımlanmadığına emin olun. Doğru parametre ayarları yapılmadığı takdirde servo sürücü, motor ya da mekanik sistem zarar görebilir.
- Mekanik sisteme bağlı olan motor çalıştırılmadan önce acil stop ekipmanının bağlı olduğundan ve düzgün çalıştığından emin olun.
- Motor çalışıyorken dönen parçalara dokunmayınız ve/veya müdahale etmeyiniz. (Ör: Motor mili). Aksi halde ciddî kişisel zararlara sebep olabilir.
- İlk test çalışması sırasında herhangi bir kazaya neden olmaması için motor yüksüz iken çalıştırılmalıdır. (Motor miline herhangi bir şey bağlı değilken).
- İlk test çalışması için, servo motoru mekanik sisteme bağlı iken çalıştırmayınız. Test çalışması esnasında motoru mekanik sisteme bağlamak hasara neden olabilir. Servo motoru ancak test çalışması başarılı bir şekilde tamamlandıktan sonra mekanik sisteme bağlayınız.
- **Uyarı:** Lütfen deneme çalışmasını önce yüksüz olarak denedikten sonra yükte deneyiniz. Servo motor yüksüz olarak düzgün çalıştığına emin olduktan sonra, servo motoru yükte deneyiniz. Oluşabilecek tehlikelere engel olmak amacıyla ilk test çalışmasında bu yöntemi deneyiniz.
- Çalışma esnasında sürücünün soğutucusuna ya da servo motora dokunmayınız. Sıcaklıktan dolayı kişisel zararlara sebep olabilir.

3.2.1.3. Bakım ve Kontrol

- Servo motorun açıktaki ve içindeki parçalara dokunmayınız. Aksi halde elektrik şoku meydana gelebilir.
- Sürücü enerjili iken çalışma panelini sökmeye çalışmayınız. Aksi halde elektrik şoku meydana gelebilir.
- Sürücünün enerjisini kestikten sonra bağlantı ya da bakım yapmadan önce en az 10 dakika bekleyiniz. Böylece servo sürücü ya da motorda kalabilecek olası elektrik yükünden(Kapasitörlerin şarjda kalması gibi) zarar görmezsiniz.
- Servo sürücü ve motorun içini kesinlikle açıp müdahale etmeyiniz aksi halde elektrik şoku meydana gelebilir.

- Servo sürücü veya motor enerjili iken kablo ve konnektör bağlantısı yapmayınız veya sökmeyiniz.
- Bakım ve kontroller sadece elektrik bilgisi olan yetkili teknik elemanlar tarafından yapılmalıdır.

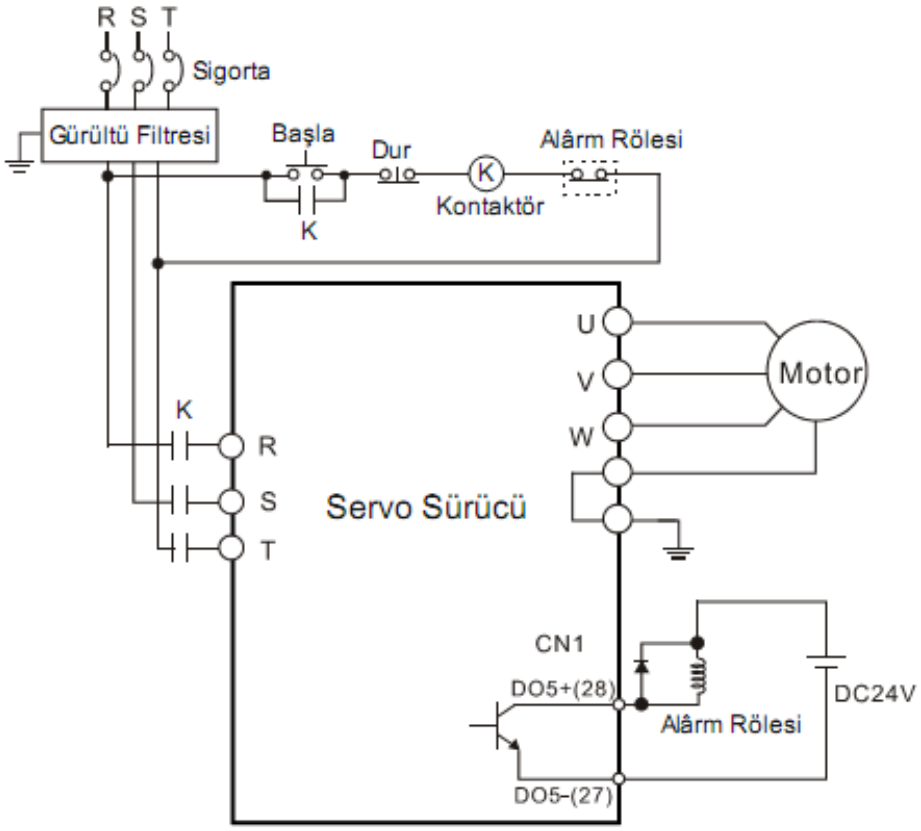
3.2.1.4. Ana Devre Bağlantısı

- Sinyallerin gürültüden etkilenmemesi için enkoder kabloları ile motor besleme kabloları ayrı kablo bloklarından geçirilmelidir. Bloklar birbirlerinden en az 30 cm uzakta olmalıdırlar.
- Sinyal, encoder (PG) geri besleme kabloları için multistranded twisted-pair kablolar veya multi-core shielded-pair kablolar kullanın. Komut giriş kabloları maksimum uzunluğu 3m ve encoder (PG) geri besleme kablosu
- maksimum uzunluğu 20m olabilir.
- Sürücünün enerjisinin sık sık kesilip tekrar verilmesi tavsiye edilmez. Sürücünün dâhili kapasitörlerinde meydana gelen yüksek şarj akımının zarar vermemesi için **sürücüyü dakikada 1 defadan fazla açılıp kapanması tavsiye edilmez.**

3.2.1.5. Ana Devre Terminal Bağlantısı

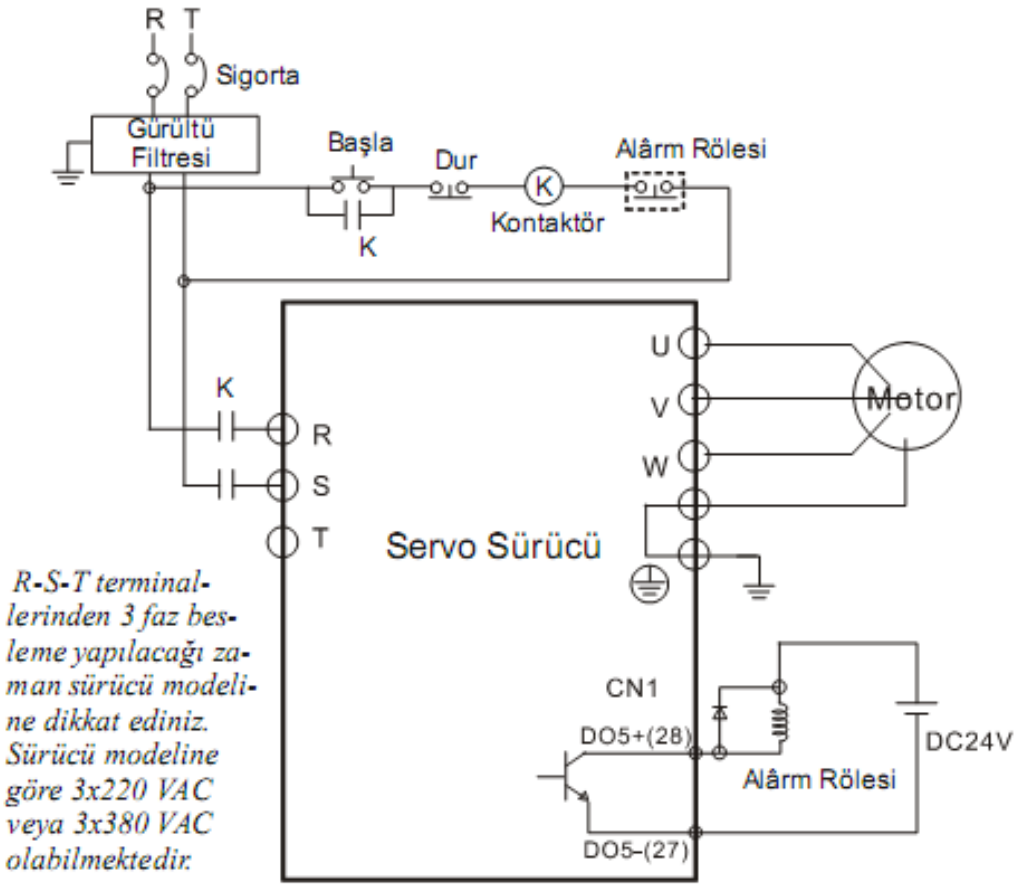
- Terminal bloğundaki her bir terminal içine sadece bir kablo bağlayınız.
- Kabloları bağlarken, lütfen yakındaki terminallerle veya kablolar ile kısa devre olmadığına emin olunuz.
- Lütfen kablo uçlarını sıkmak için Y-tip terminal kullanınız.
- Sürücüye enerji vermeden önce bağlantıların doğru olduğunu tekrar kontrol ediniz.

3.2.1.6. 3 Faz Güç Bağlantısı (2 kW ve üzeri modeller için)



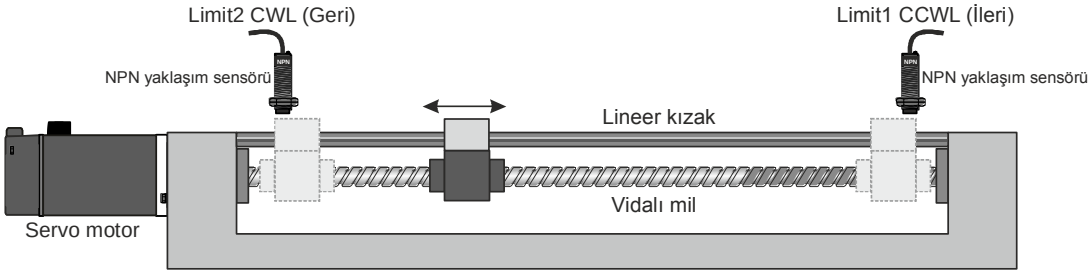
Şekil 3.2: 3 Faz güç bağlantısı

3.2.1.7. Tek faz Güç Bağlantısı (1,5kW ve altı modeller için)



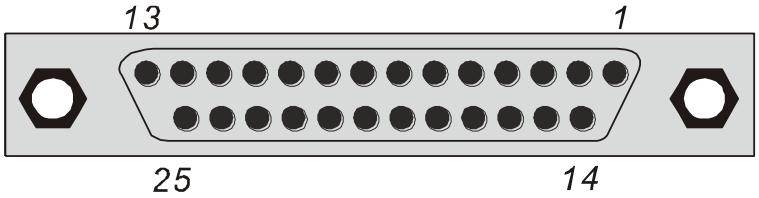
Şekil 3.3: Tek faz güç bağlantısı

3.2.1.8. Giriş / Çıkış Arayüz Konnektörü - CN1



Resim 3.4: Servo motorun mekanizmaya bağlantısı ve sensörleri

Servo motor yukarıdaki gibi sınırlı çalışma alanına sahip bir mekanizmayı hareket ettiriyorsa, sınırlara birer sensör yerleştirilir (Limit sensör). Mekanizma limit sensörleri hizasına geldiğinde servo motor anîden çarpıp hasar oluşmasını engelleyecektir. Acil durdurma butonu, pozisyon ve yön sinyali, servo motor âlârm çıkışı bağlantıları 25 pinli CN1 konnektörüyle yapılmaktadır.



Resim 3.6: CN1 Konnektörü (DB25 port)

1	D03+	Dijital çıkış	14	DI6-	Dijital giriş
2	DO2+	Dijital çıkış	15	DI5-	Dijital giriş
3	DI4-	Dijital giriş	16	DO1+	Dijital çıkış
4	COM+	Dijital girişler için ortak uç	17	DI1-	Dijital giriş
5	DI3-	Dijital giriş	18	DI2-	Dijital giriş
6	T-REF	Analog tork girişi (+)	19	/SIGN	Pozisyon sinyali (-)
7	VDD	+24V çıkışı (harici giriş ve çıkış için)	20	SIGN	Pozisyon sinyali (+)
8	GND	Analog giriş sinyali 0V terminali (-)	21	/PULSE	Pâls girişi (-)
9	V-REF	Analog hız girişi (+)	22	PULSE	Pâls girişi (+)
10	OA	Enkoder A pâls çıkışı	23	/OA	Enkoder /A pâls çıkışı
11	/OB	Enkoder /B pâls çıkışı	24	OZ	Enkoder Z pâls çıkışı
12	OB	Encoder B pâls çıkışı	25	/OZ	Encoder /Z pâls çıkışı
13	COM-	VDD(24V) besleme 0V terminali (-)			

Resim 3.5: CN1 Konnektörü pin açıklamaları

CN1'in tüm pinlerini kullanmamıza gerek yoktur. Yapılacak uygulamaya göre kullanılacak pinler belirlenir. Yukarıdaki mekanizmayı harici pozisyon kontrolü modunda çalışacak şekilde "1.10: Dijital Giriş (DI) Açıklamaları konusundaki tablo verilerine göre" kullanılacak pinleri belirleyelim;

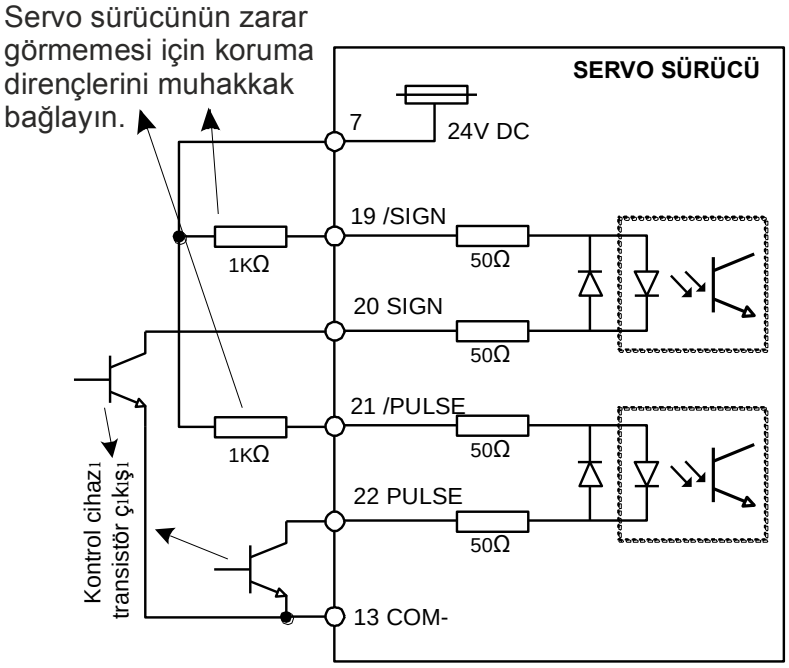
- **Limit1 CCWL (İleri) :** Bir dijital giriştir. Servo sürücüde 15 numaralı pin fabrika ayarı olarak tanımlanmıştır.
- **Limit2 CWL (Geri) :** Bir dijital giriştir. Servo sürücüde 3 numaralı pin fabrika ayarı olarak tanımlanmıştır.
- SON (Servo On) **:** Bir dijital giriştir. Servo sürücüde 17 numaralı pin fabrika ayarı olarak tanımlanmıştır.
- **Pozisyon ve devir yönü için** /SIGN, SIGN, /PULSE, PULSE girişleri bağlanmak zorundadır (19, 20, 21 ve 22 olu pinler).

- **Acil Durdurma:** Bir dijital giriştir. Servo sürücüde 14 numaralı pin fabrika ayarı olarak tanımlanmıştır.
- **Harici Besleme:** Dijital giriş ve çıkışlar için sürücü içerisinde besleme çıkışları (24V DC mak. 500mA) bulunmaktadır. Senör, PLC giriş ve çıkılarını harici güç kaynağı kullanarak besleme yapmayı seçelim. 4 ve 13 numaralı pinler harici besleme için kullanılmaktadır.
- **Dijital Çıkışlar:** Servo hangi durumlarda (aşırı yüklenme, ısınma vb.) çıkış verdiği "DO Sinyalleri" tablosunda verilmiştir. Üç dijital çıkıştan sadece 1 ve 2 nolu pinleri (2 çıkış) kullanalım.
- **Alârm Sıfırlama:** Servo motor alârm verdiğinde, alârm durumunu kaldırmak için ARST (18 nolu pin) girişini kullanalım.

Kullanılacak Pinler: 1, 2, 3, 4, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 21 ve 22

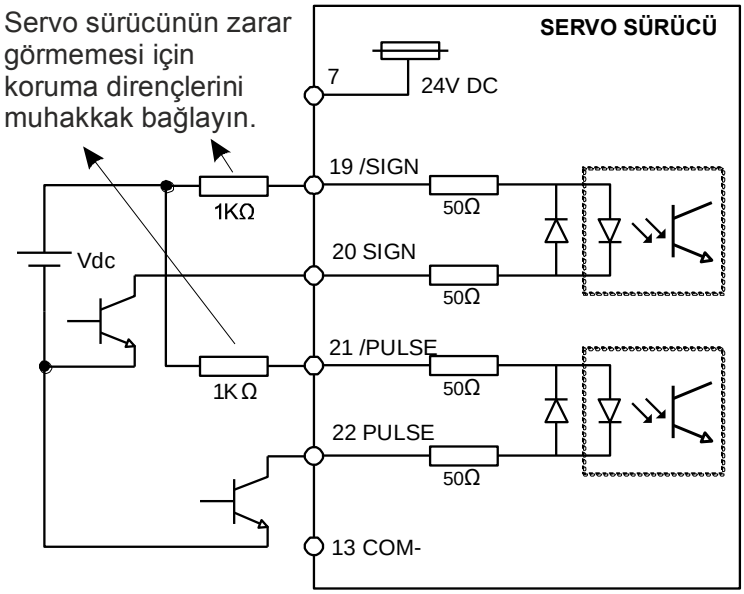
3.2.1.9. Harici Pozisyon Kontrolü İçin Pâls ve Sinyal Bağlantısı

Dâhili beslemeli kullanarak sürücü pâls ve sinyal bağlantısı aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.5: Dâhili beslemeli kullanarak sürücü pâls ve sinyal bağlantısı

Harici beslemeli sürücü pâls ve sinyal bağlantısı aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.6: Harici beslemeli sürücü pâls ve sinyal bağlantısı

Pin 19(/SIGN) ve Pin 21(/PULSE) girişlerine bağlanacak dirençler yaklaşık 20mA akım geçmesine müsaade edecek değerde olmalıdır. Aşağıdaki tabloda 24 ve 12V gerilimler için bağlanması gereken direnç değerleri verilmiştir. Bu değerler aşağıdaki formül kullanarak belirlenmiştir.

Vdc	Direnç
24V	1K?
12V	500?

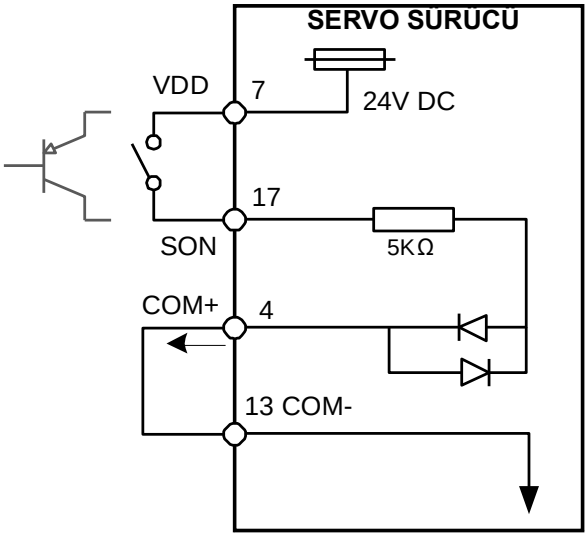
$$\text{Akım} = \frac{Vdc - 2}{100 + R} = 20\,mA$$

$$\text{Direnç}(?) = \frac{Vdc - 2}{0{,}02} - 100$$

3.2.1.10. Dijital Giriş Bağlantıları

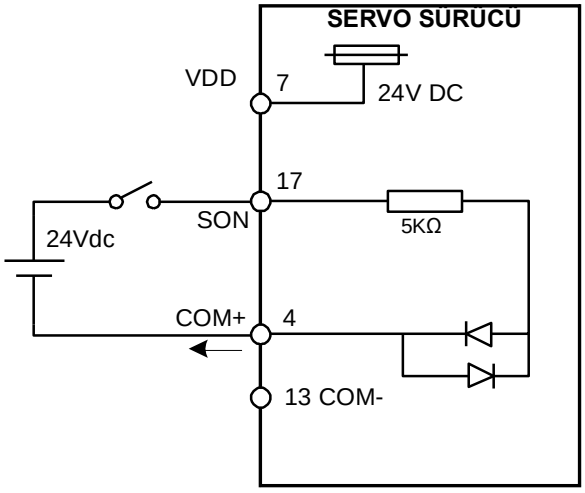
- **SOURCE (PNP) Modunda Giriş Bağlantısı**

Dâhili beslemeli sürücü giriş bağlantısı aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.7: Dâhili beslemeli sürücü giriş bağlantısı

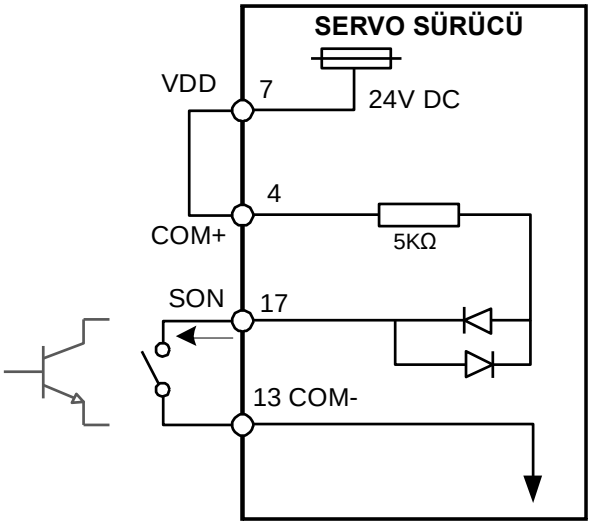
Harici beslemeli sürücü giriş bağlantısı aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.8: Dâhili beslemeli sürücü giriş bağlantısı

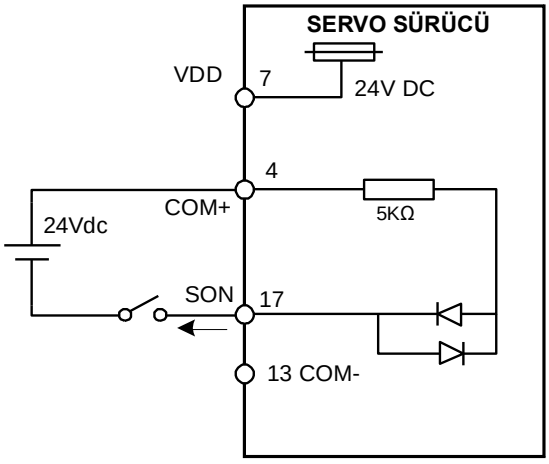
➢ **SINK (NPN) Modunda Giriş Bağlantısı**

Dâhili beslemeli sürücü giriş bağlantısı aşağıda verilmiştir.



Şekil 3.9: Dâhili beslemeli sürücü giriş bağlantısı

Harici beslemeli sürücü giriş bağlantısı aşağıda verilmiştir.

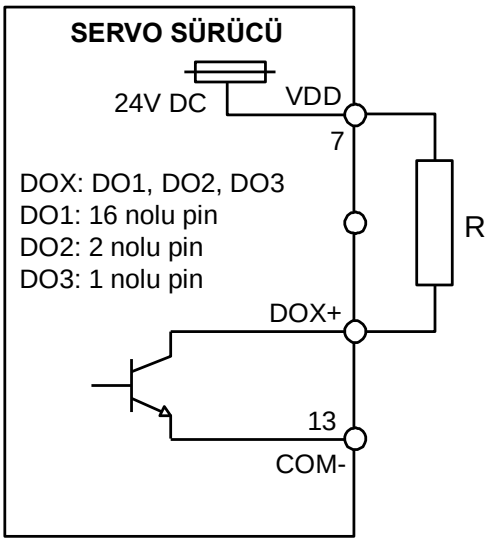


Şekil 3.10: Harici beslemeli sürücü giriş bağlantısı

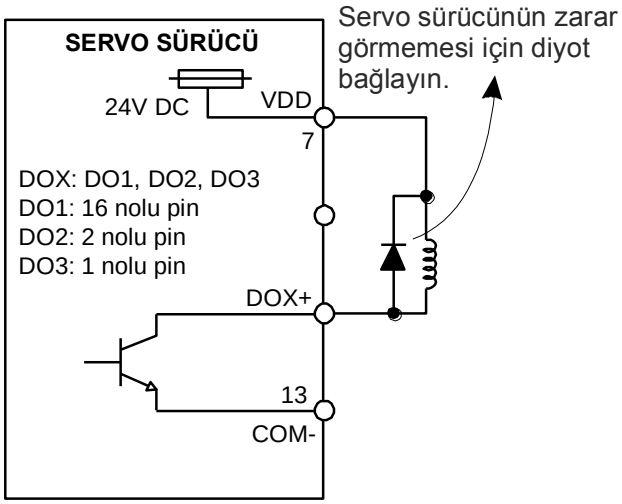
3.2.1.11. Dijital Çıkış Bağlantıları

➢ **Dâhili Beslemeli Dijital Sürücü Çıkış Bağlantısı**

Sürekli maksimum akım: 40mA, Anlık maksimum akım: 100mA değerini geçmemelidir.

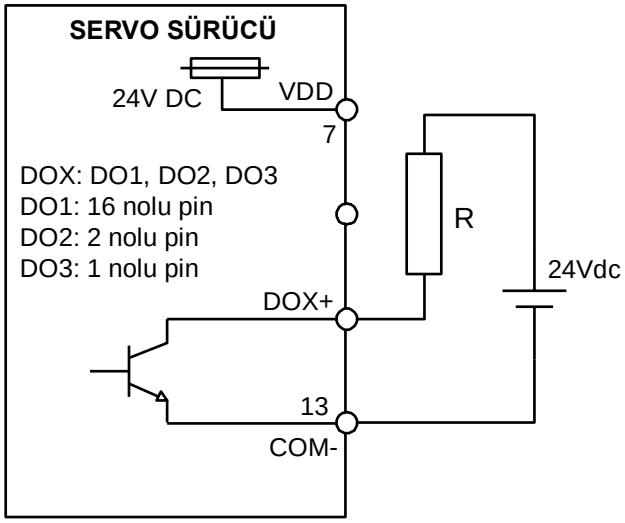


Şekil 3.11: Çıkışa genel yükün bağlanması (lâmba, PLC girişi vb.)

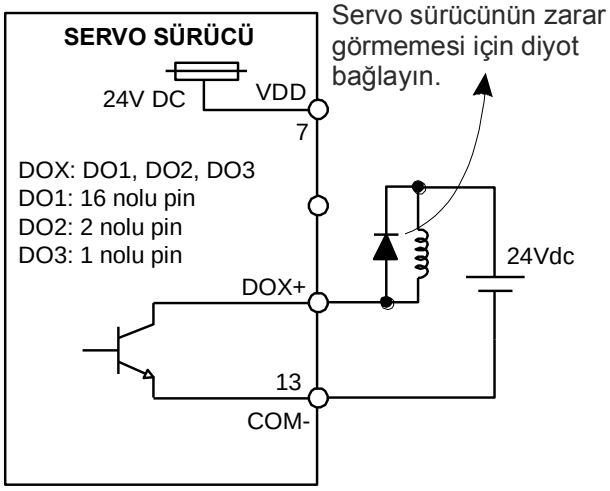


Şekil 3.12: Çıkışa endüktif yükün bağlanması (röle vb.)

➢ **Harici Beslemeli Dijital Sürücü Çıkış Bağlantısı**



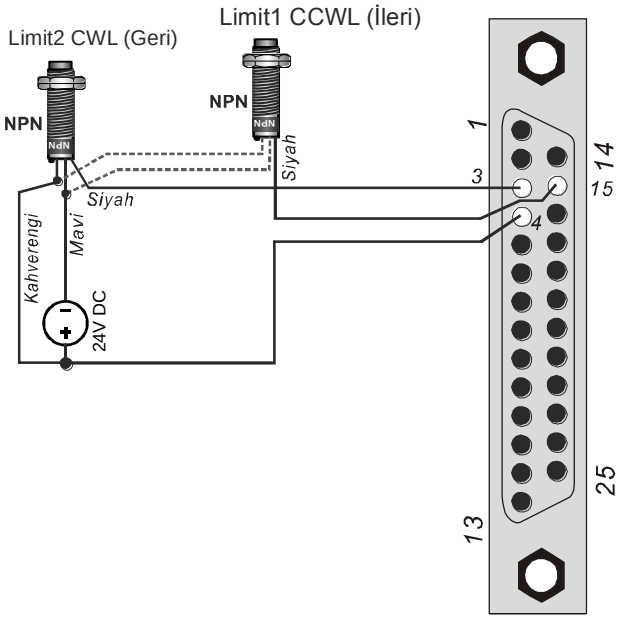
Şekil 3.13: Çıkışa genel yükün bağlanması



Şekil 3.14: Çıkışa endüktif yükün bağlanması

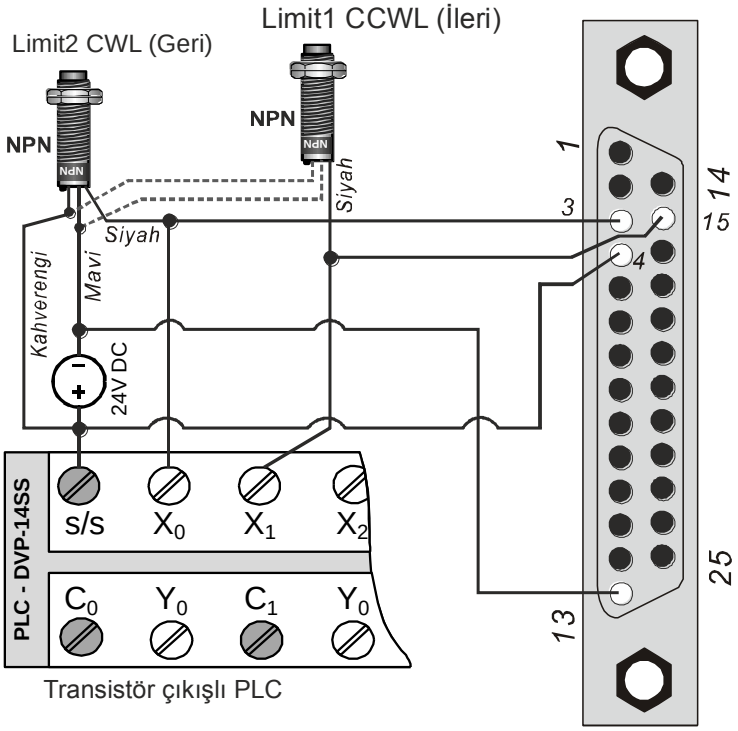
3.2.1.12. Limit Sensörlerin Sürücü Girişine Bağlanması

- **Harici Beslemeli Limit Sensörlerin Sürücüye Bağlanması**



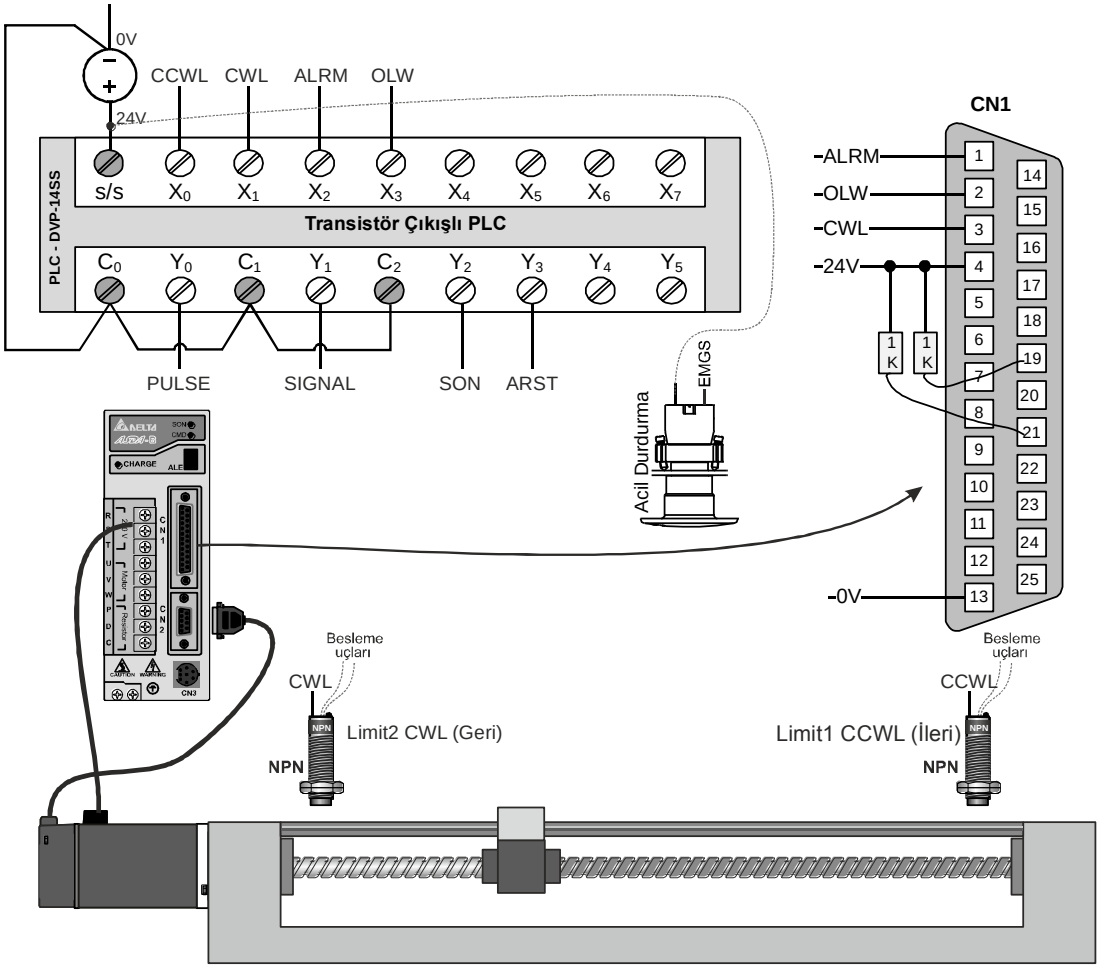
Şekil 3.15: Limit sensörlerin sürücüye bağlanması

➢ **Harici Beslemeli Limit Sensörlerin Sürücüye ve PLC'ye Bağlanması**



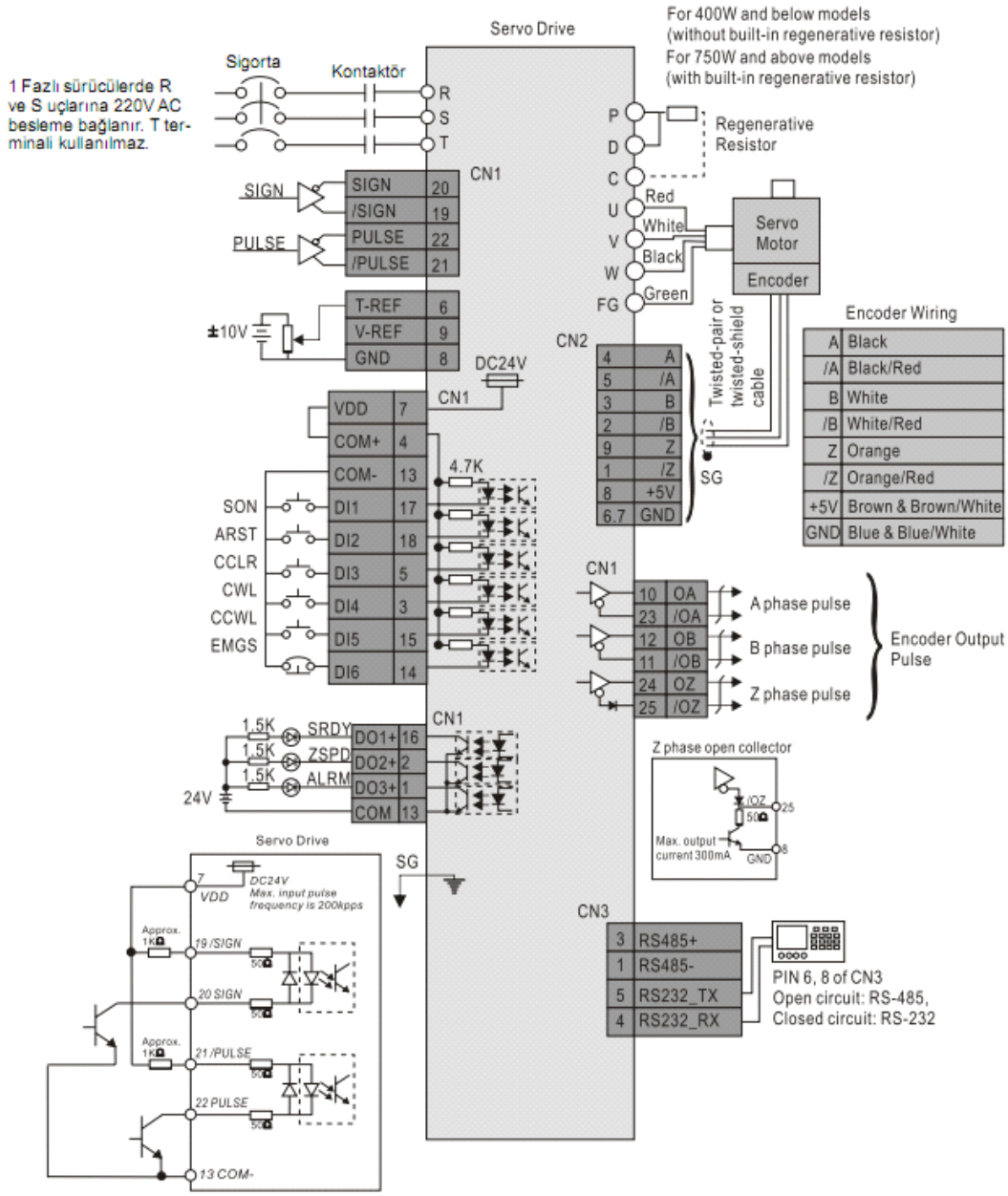
Şekil 3.16: Limit sensörlerin sürücüye ve PLC'ye bağlanması

3.2.1.13. Sürücü Giriş, Çıkış ve Limit Sensörlerin PLC'ye Bağlanması



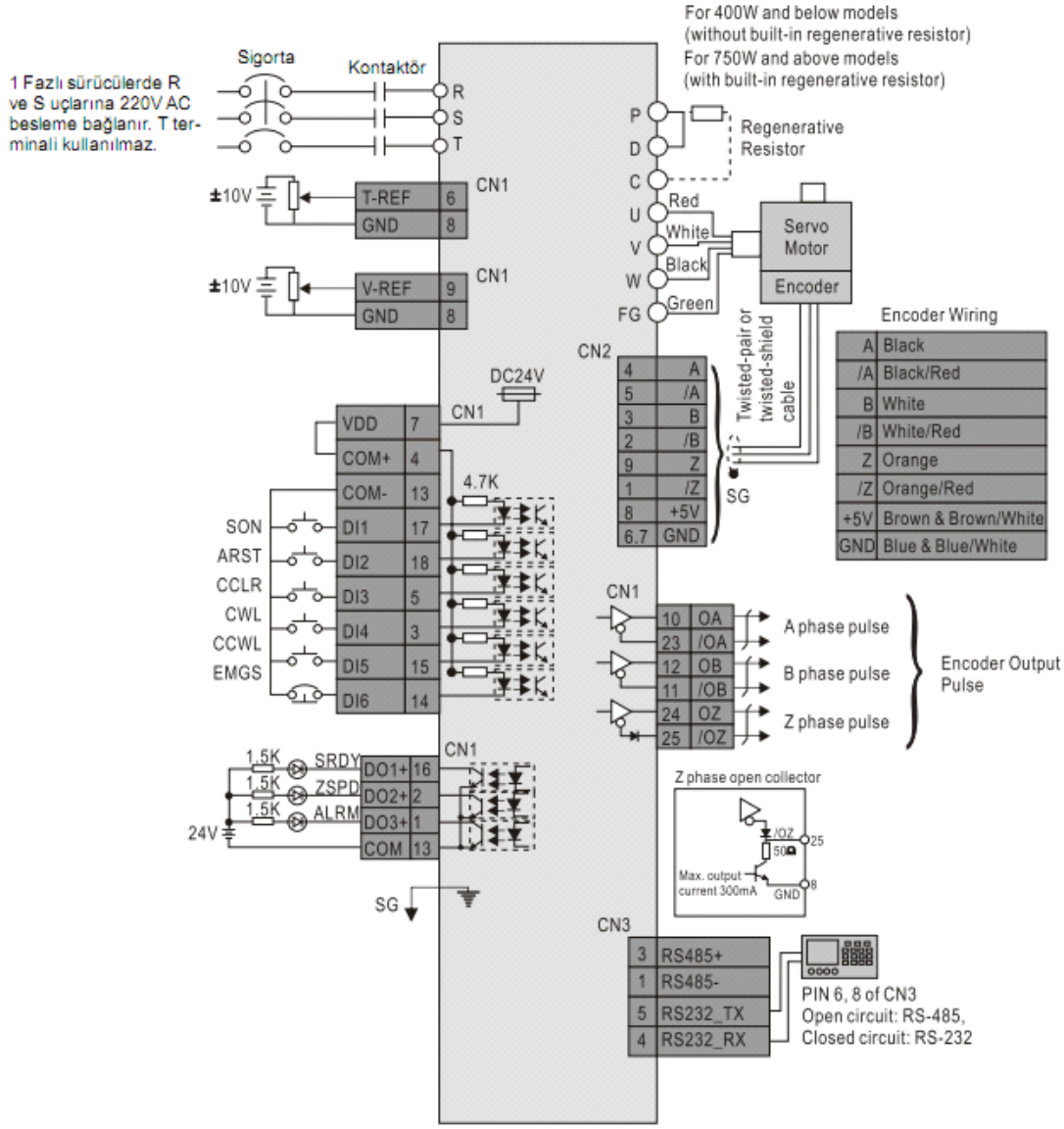
Şekil 3.17: Sürücü giriş, çıkış ve limit sensörlerin PLC'ye bağlanması

3.2.2. Pozisyon Kontrolü İçin Servo Sürücü Bağlantısı



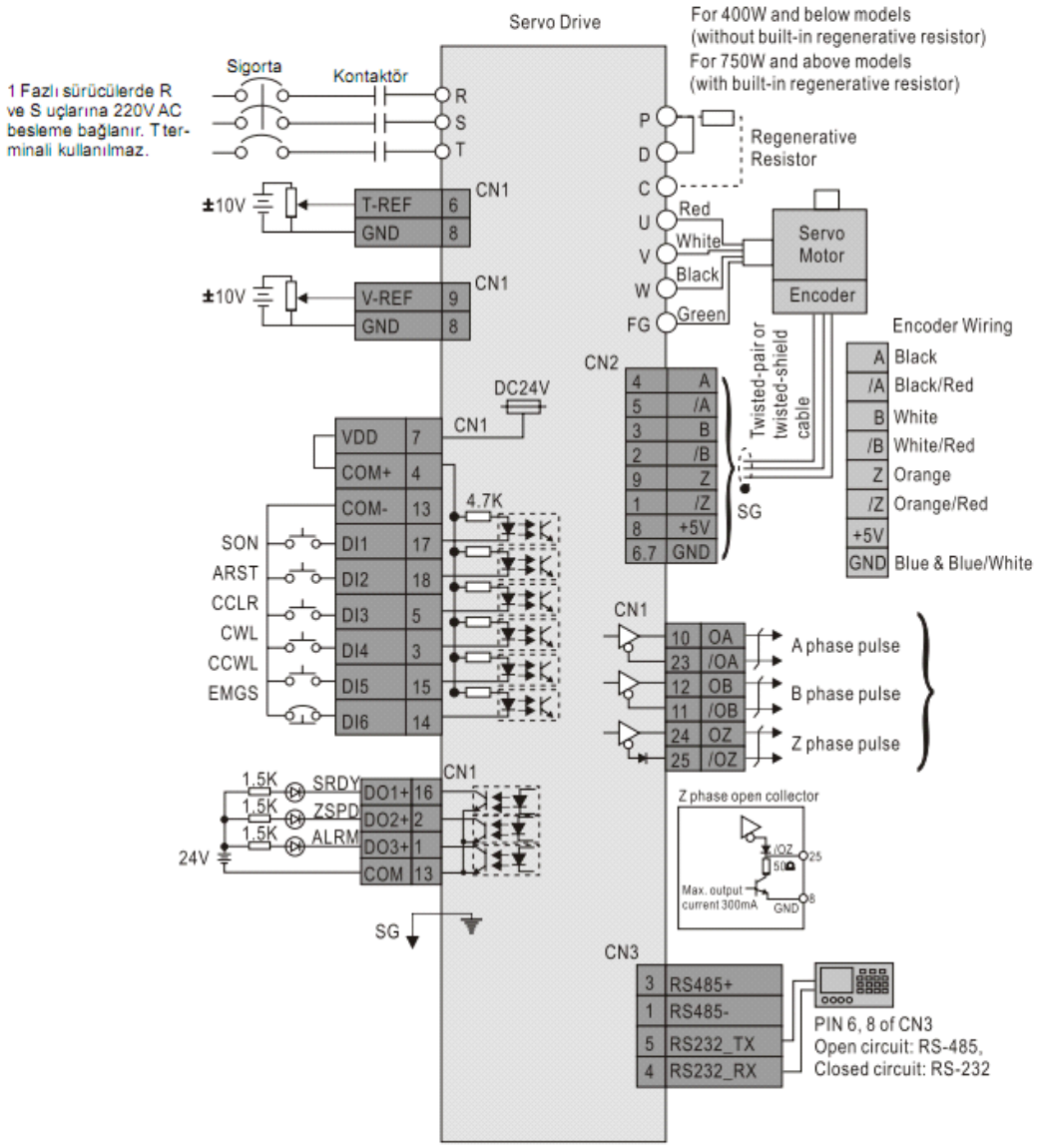
Şekil 3.18: Pozisyon kontrolü için servo sürücü bağlantısı

3.2.3. Hız Kontrolü İçin Sürücü Bağlantısı



Şekil 3.19: Hız kontrolü için servo sürücü bağlantısı

3.2.4. Tork Kontrolü İçin Sürücü Bağlantısı



Şekil 3.20: Tork kontrolü için servo sürücü bağlantısı

3.2.5. Step Motor ve Sürücü Bağlantısı

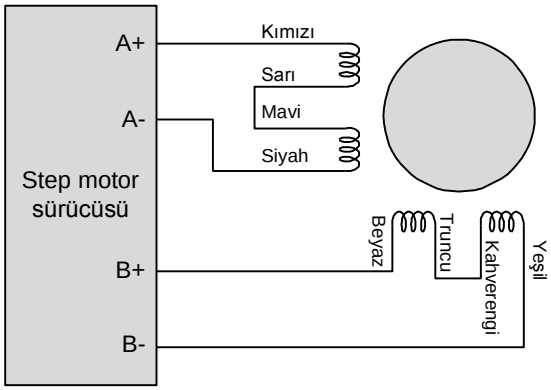
Aşağıdaki tabloda step motorun bağlantı tipine göre çekeceği akım ve tutma torkları verilmiştir. İhtiyaca göre step motor bağlantısı yapılabilir. Step motorlar 4, 6 ve 8 uçlu üretilirler. Piyasada en çok kullanılan ve yaygın olanı 8 uçlu olan step motorlardır.

Faz	Adım Açısı	Bağantı Tipi	Akım	Tork
2	1.8^0	Paralel	3 A	2.2 N.m
2		Seri	1.5 A	2.2 N.m
4		Unipolar	2.1 A	1.6 N.m

Tablo 3.1: Step motor bağlantı tipleri

3.2.5.1. Bipolar Seri Bağlantı

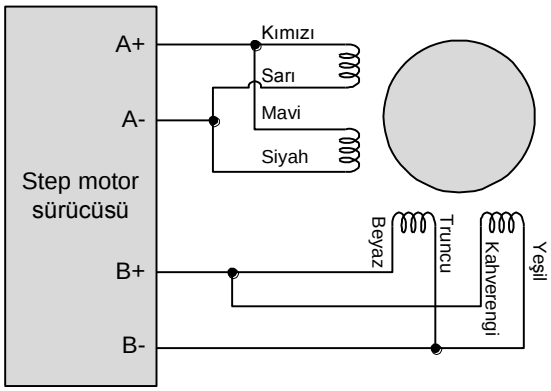
Bu bağlantıda step motorun sarı ve mavi kabloları birbiriyle bağlanacaktır. Kırmızı sürücünün A+, Siyah ise sürücünün A- ucuna bağlanır. Aynı şekilde turuncu ve kahverengi kablolar birbiriyle bağlanır. Beyaz sürücünün B+ ucuna, Yeşil ise sürücünün B- ucuna bağlanır.



Şekil 3.21: Bipolar seri bağlantı

3.2.5.2. Bipolar Paralel Bağlantı

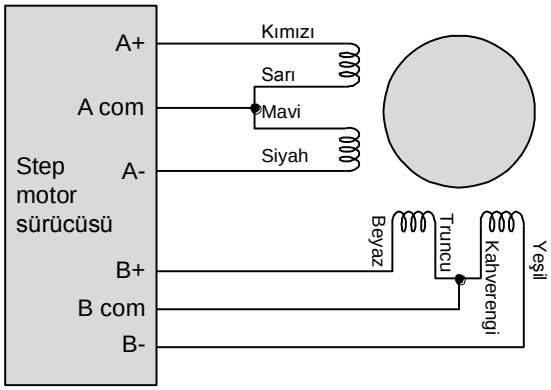
Bipolar paralel bağlantıda motorun fazla akım çekeceği unutulmamalıdır. Dolayısıyla motor fazla ısınacaktır.



Şekil 3.21: Bipolar paralel bağlantı

3.2.5.3. Unipolar Paralel Bağlantı

Piyasada bu bağlantıyı destekeyece sürücü azdır ve pek tercih edilmemektedir.



Şekil 3.22: Unipolar paralel bağlantı

3.3. Step ve Servo Motor Parametre Ayarları

3.3.1. Servo Motor Dijital Çıkış (DO) Açıklamaları

DO Sinyali	Kontrol Modu	Pin Numarası	Açıklama
SRDY	Tümünde	16 (DO1)	Alârm yokken SRDY aktif edildiğinde servo motor çalışmaya hazır olduğunu bildiren çıkıştır.
SON	Tümünde	-	Sürücüye enerji verildikten, alârm hatası yokken ve kontrol girişi aktif edildikten sonra durum servo "ON" olduğunu bildiren çıkıştır.
ZSPD	Tümünde	2 (DO2)	Sürücü motor hızını ayarlanan hızdan düşük veya 0 olarak belirlerlerse bu çıkışı akti eder.
TSPD	Tümünde	-	Parametre P1-39'da belirlenen hedef hıza ulaştığında bu çıkış aktif olur ve hedef hızın altına düşene kadar aktif omaya devam eder.
TPOS	Pozisyon modunda	-	Sürücü pozisyon modunda çalışırken motor, parametre P1-54'te belirlenen değer kadar pozisyon hatası yaparsa bu çıkış aktif olur.
TQL	Tümünde	-	Parametre P1-12 ~ P1-14'te belirlenen tork değerine ulaştığında bu çıkış aktif olur.
ALRM	Tümünde	1 (DO3)	Sürücü enkoder, aşırı sağma, düşük voltaj ve seri haberleşme gibi yüksek öneme sahip hatalarda bu çıkış aktif olur (ALRM'dan önce WARN çıkışı aktif olur).
BRKR	Tümünde	-	Motor freni çalıştırıldığında aktif olan çıkıştır.
OLW	Tümünde	-	Parametre P2-37'te belirlenen yük değerinden daha fazla yükle karşıla-şırsa bu çıkış aktif olur.
WARN	Tümünde	-	Sürücü ileri geri limite gitme, düşük voltaj, âcil durdurma ve seri haber-leşme hatalarında bu çıkış aktif olur

Tablo 3.2: Dijital çıkış açıklama tablosu

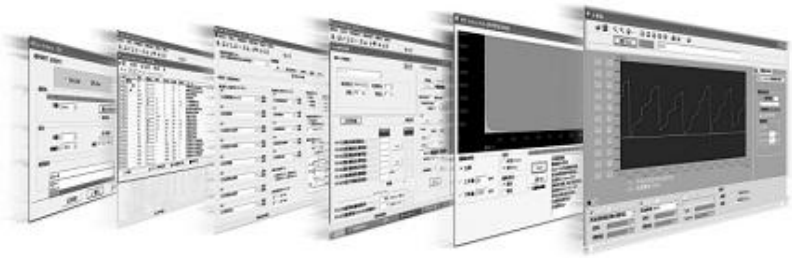
3.3.2. Servo Motor Dijital Giriş (DI) Açıklamaları

DI Sinyali	Kontrol Modu	Pin Numarası	Açıklama
SON	Tümünde	17	Servo motoru çalışmaya hazır hale getiren giriştir (Bu giriş aktif olmadan sürücü motoru çalıştırmaz).
ARST	Tümünde	18	Bu giriş aktif edildiğinde silinebilen hatalar (alârmlar) silinir. Detaylar için alârm tablosuna bakınız.
GAINUP	Tümünde	-	Pozisyon ve hız modunda kullanılan kazanç anahtarı girişi.
CCLR	Pozisyon modunda	5	Parametre P2-48'te belirlenen hata pâlsi temizleme modu çalışır.
TPOS	Pozisyon modunda	-	Sürücü pozisyon modunda çalışırken motor, parametre P1-54'te belirlenen değer kadar pozisyon hatası yaparsa bu çıkış aktif olur.
ZCLAMP	Hız ve tork modunda	-	Bu sinyal aktif olduğunda motor hızı P1-38'de belirlenen hızdan daha azsa, ZCLAMP aktif olduğu sürece motor anlık pozisyonunda kilitli kalır.
CMDINV	Tümünde	-	Bu sinyal aktif olduğunda motor devir yönü değişir.
INHP	Pozisyon modunda	-	Pâls engelleme girişi. Pozisyon modundayken bu giriş aktif edilirse, harici pâls sinyalleri işlenmez.
TRQLM	Hız ve pozisyon modunda	-	Bu giriş aktif olduğunda tork limiti aktif hale gelir.
SPDLM	Tork modunda	-	Giriş aktif olduğunda hız limiti aktif hale gelir.
GNUM0	Pozisyon modunda	-	Elektronik dişli oranını GNUM0 olarak belirler.
SPD0	Tümünde	-	Hız modu seçme girişleri. Detaylar için hız modu tablosuna bakınız.
SPD1			
TCM0	Tümünde	-	Tork modu seçme girişleri. Detaylar için tork modu tablosuna bakınız.
TCM1			
S-P	Hız ve pozisyon modunda	-	Hız modundan pozisyon moduna geçişi sağlar.
S-T	Hız ve tork modunda	-	Hız modundan tork moduna geçişi sağlar.
T-P	Tork ve pozisyon modunda	-	Tork modundan pozisyon moduna geçişi sağlar.
EMGS	Tümünde	14	"b" kontak (kapalı) kullanmalısınız (âcil durdurma butonu). Eğer "a" kontak kullanırsanız, 13 nolu alârm (ALE13) hatası alırsınız.
CWL	Tümünde	3	Geri dönüş limit sensörü girişi. Eğer "a" kontak kullanırsanız, 14 nolu alârm (ALE14) hatası alırsınız.
CCWL	Tümü	15	İleri dönüş limit sensörü girişi. Eğer "a" kontak kullanırsanız, 15 nolu alârm (ALE15) hatası alırsınız.
TLLM	Pozisyon ve tork modunda	-	P1-02 parametresi aktifken geri yön tork limiti girişi.
TRLM	Pozisyon ve tork modunda	-	P1-02 parametresi aktifken ileri yön tork limiti girişi.

Tablo 3.3: Dijital giriş açıklama tablosu

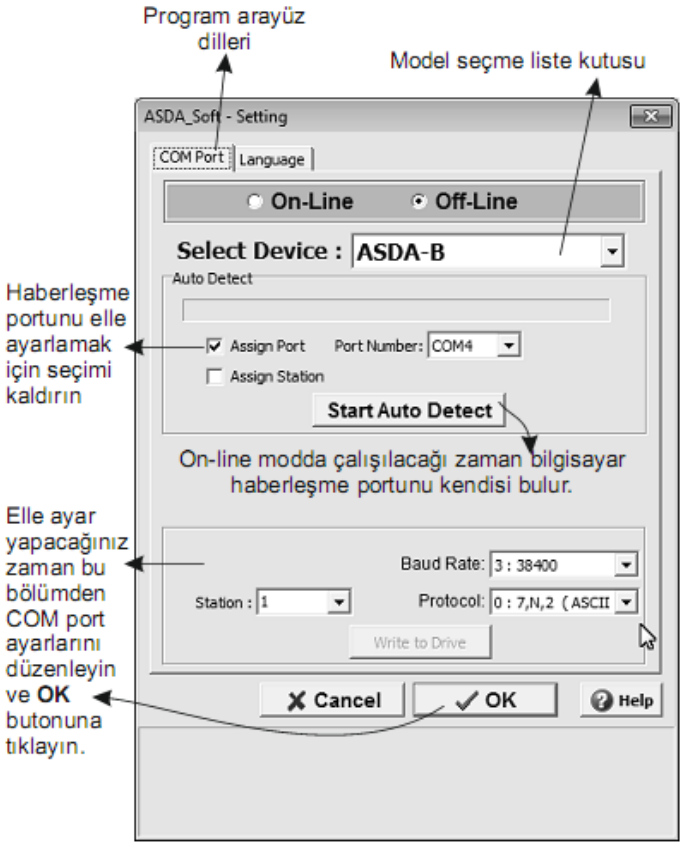
3.3.3. Servo Motor Parametre Ayarları

3.3.3.1. ASDA-Soft Servo Motor Sürücü Yazılımı



Resim 3.7: Servo motor sürücü yazılımı

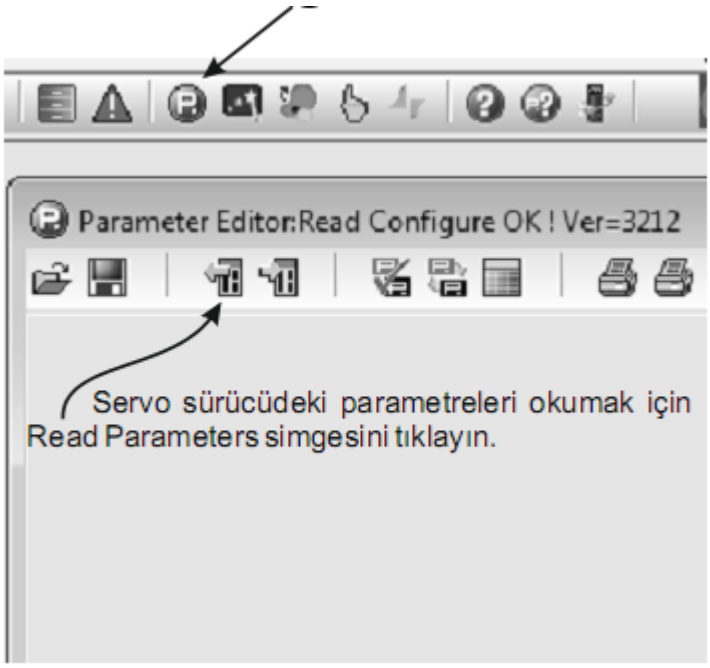
Kişisel bilgisayarınızı kullanarak ASDA-Soft yazılımıyla gerçek zamanlı osiloskop, durum monitörü, alarm bilgileri, dijital giriş ve çıkış ayarları, parametre düzenleme ve otomatik ayar (auto-tuning) vb. kontrolleri gerçekleştirebilirsiniz.



Resim 3.8: Servo motor ile iletişim penceresi

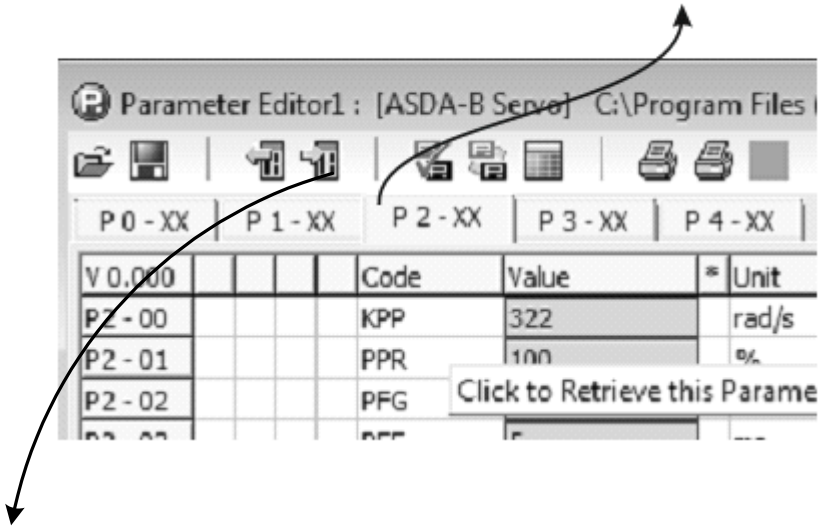
3.3.3.2. Parametre Değiştirme (Parameter Editor)

Servo sürücü parametrelerini değiştirmek için kullanılan penceredir. Sürücüye online bağlıyken araç çubuğundaki parametre simgesini tıklayınız.



Resim 3.9: Parametre penceresi

Parametreleri sürücüden okunduktan sonra P 2 - XX sekmesini (parametre sekmelerini) tıklayınız. Değiştirmek istediğiniz parametreleri değiştiriniz.

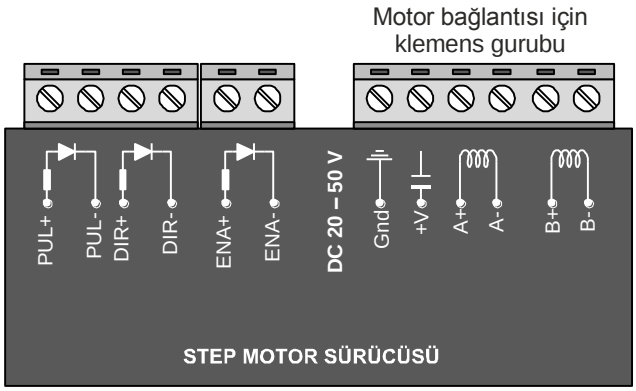


Resim 3.10: Parametre tablo penceresi

Parametreleri sürücüye yüklemek için Write Parameter simgesini tıklayınız.

3.3.4. Step Motor Parametre Ayarları (MicroSwicth Settings)

Sürücü üzerinde bulunan motor bağlantı klemens gurubundaki besleme uçlarına (Gnd ve +V) 20 ile 50 V DC bir gerilim bağlanabilir. Fakat hangi aralıkta gerilim bağlandığı sürücü üzerindeki anahtarlarla ayarlanmalıdır. Yanlış ayar yaparsanız, step motorun ısınmasına yol açacak ve bağladığınız güç kaynağına zarar verecektir. Bu ayarın nasıl yapılacağı step motor sürücüsü üzerinde gösterilmiştir ve bu açıklamaya göre gerekli ayar yapılmalıdır.



Resim 3.11: Step motor sürücüsü

Step motorların çözünürlük ayarları (mikrostep) sürücü üzerindeki anahtarlarla değiştirilebilir. Step motor çözünürlükeri (mikrostep); 2 ,4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 5, 10, 25, 50, 125 ve 250 olarak ayarlanabilir.

Çözünürlük arttıkça hassasiyette artmaktadır. Örneğin; Çözünürlük 2 iken, 1 tur dönmesi için step motor sürücüsüne 400 pâls gönderilmesi gerekiyorsa, çözünürlük 4 yapılırsa, 800 pâls gönderilmelidir.

Switch ON=0 Switch OFF=1			
SW1	SW2	SW3	Akım (A)
0	0	0	1,5
1	0	0	2
0	1	0	2,4
1	1	0	2,8
0	0	1	3,2
1	0	1	3,7
0	1	1	4,2
1	1	1	4,5
SW4 = 1 : Half Current, SW4 = 0 : Full Current			

Tablo 3.4: Gerilim ayar tablosu

Microstep Table (Switch ON=0 Switch OFF=1)				
SW5	SW6	SW7	SW8	Microstep
0	0	0	0	2
0	1	0	0	4
0	0	1	0	8
0	1	1	0	16
0	0	0	1	32
0	1	0	1	64
0	0	1	1	128
0	1	1	1	256
1	0	0	0	5
1	1	0	0	10
1	0	1	0	25
1	1	1	0	50
1	0	0	1	125
1	1	0	1	250
1	0	1	1	Disable
1	1	1	1	Disable

Tabo 3.5: Çözünürlük ayar tablosu

1 tur dönmesi için gönderilmesi gereken pâls hesabı:

1 Tur İçin Pâls Sayısı = (Step motor çözünürlüğü) X 200

Örnek:

Step motor çözünürlüğü = 64 olsun.
1 Tur için pâls sayısı = (64) X 200 = 12.800

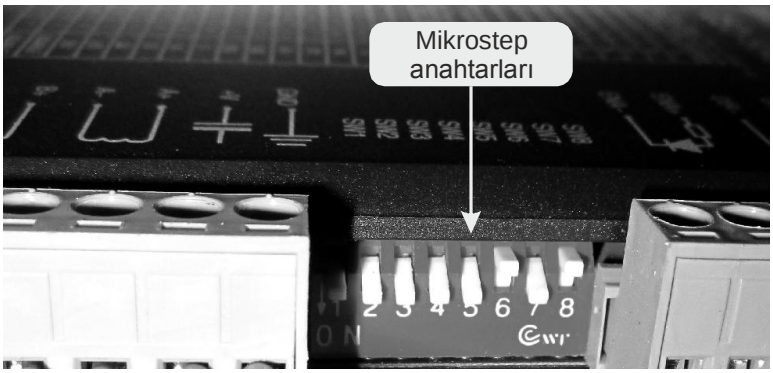
Step motor sürücüsüne 12.800 pâls uygulandığında motor 1 tur dönecektir.

Devir Sayısını Ayarlama:

Pâls frekansı 12.800 Hz olursa (1 saniyede 12.800 pâls üretimi), motor 1 saniyede 1 tur döner. Dakikada ise 60 kez döner. Motor devri= 60 d/dk olur.

Pâls frekansı 9 kat arttırılıp 115.200 Hz yapılırsa;

Motor devri= 60 X 90 = 540 d/dk olur.



Resim 3.12: Step motor micro switch anahtarları

3.4. PLC ile Servo ve Step Motor Sürülmesi

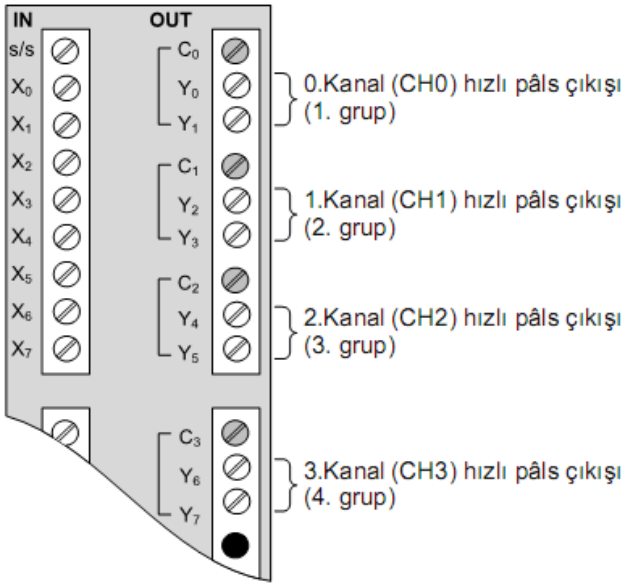
Servo motorun sürülmesinde kullanılan PLC pâls komutları step motorların sürülmesinde de kullanılır.

3.4.1. İleri Seviye PLC Pâls Komutları

İleri seviye PLC pâls komutlarıyla çalışırken sadece komutu bilmek yeterli değildir. Pâls komutlarından önce özel fonksiyonları bilmek gerekir. Bilinmesi gerekenler:

1. **Çıkış frekansı:** PLC modeline göre hızlı pâls üreten çıkış adresleri ve frekansları farklıdır. Frekans ve hızlı pâls üreten çıkış adreslerine bakılmalıdır.
2. **Rampalama:** Servo motorun kademeli hızlanarak ve yavaşlayarak durmasını sağlar. Rampalama süresi değiştirilebilir.
3. **Pozisyon tamamlandı bilgisi:** Her pâls servo motorun ilerlemesini (pozisyon almasını) sağlar. Pâls bitince pozisyon almada biter. Pozisyon alma bittiğinde özel bir yardımcı röle (bit) aktif olur.
4. **Pozisyon pâlsini gösteren veri alanı:** Pâlslerin pozisyon durumunu gösteren veri alanıdır. Servo motorun kaçıncı pâls pozisyonunda olduğu görülebilir.
5. **Pâls durdurma biti:** Pâls komutları icra edilirken özel yardımcı rölelerin ON durumuna getirilmesi durumunda pâlsler kesilir.

PLC programı yazarken yukarıdaki 5 fonksiyon kullanılarak gerekli kontroller sağlanır. Bu fonksiyonlara ait aşağıda verilen bilgi tablolarını inceleyiniz. Bu bilgi tabloları kullanılarak PLC programı yazılacaktır.



Resim 3.13: Transistör çıkışlı 28SV serisi PLC pâls kanalları

Kanallar iki adet çıkıştan oluşmaktadır. Bunlardan Y0, Y2, Y4 ve Y6 hızlı pâls üretir. Y1, Y3, Y5 ve Y7 yön sinyali çıkışlarıdır. Her kanaldan aynı anda step veya servo motorlar sürülebilir.

Model	Mak. Çıkış Frekenası	CH0	CH1	CH2	CH3
DVP14SS	10KHz (10.000 Hz)	Y0	Y1	---	---
DVP28SV	200KHz (200.000 Hz)	Y0	Y2	Y4	Y6
DVP12SA	32KHz (32.000 Hz)	Y0	Y1	---	---
DVP10SX	32KHz (32.000 Hz)	Y0	Y1	---	---

Tablo 3.6: PLC modellerine göre pâls çıkış frekansları

Kanal	CH0	CH1	CH2	CH3
Veri Alanı (D)	D1343	D1353	D1381	D1382

Tablo 3.7: Rampalama süreleri

Kanal	CH0	CH1	CH2	CH3
Yardımcı Röle - Bit (M)	M1029	M1030	M1036	M1037

Tablo 3.8: Pozisyon tamamlandı bilgisi

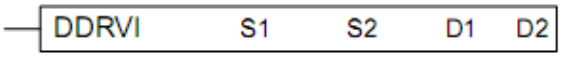
Kanal	CH0	CH1	CH2	CH3
Veri Alanı (D)	D1336	D1338	D1375	D1377

Tablo 3.9: Pozisyon pâlsini gösteren veri alanı

Kanal	CH0	CH1	CH2	CH3
Yardımcı Röle - Bit (M)	M1334	M1335	M1520	M1521

Tablo 3.10: Pâls durdurma

3.4.2. DRVI / DDRVI Göreceli Pozisyon Kontrol Komutu

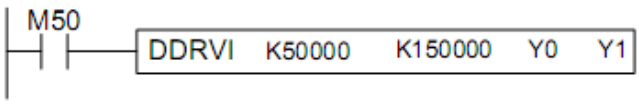


S1: *Pâls adedi*
S2: *Pâls çıkış frekansı*
D1: *Pâls üretecek çıkışın adresi*
D2: *Yön sinyali (motor devir yönü)*

S1: *K, H, KnX, KnY, KnM, KnS, T, C, D, E, F*
S1: *K, H, KnX, KnY, KnM, KnS, T, C, D, E, F*
D1: *Y*
D2: *Y, M, S*

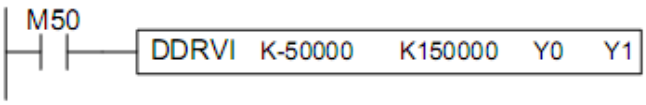
DRVI 16 bit, DDRVI 32 bit'lik rampalı ve göreceli pozisyon kontrol komutudur. Bu komut işletildiğinde D1 çıkışından S1 adet pâlsi S2 frekansı ile rampalama ile üretir. Pâls adedi biterken yine S2 frekansını rampalama ile azaltır ve işlemi tamamlar.

ÖRNEK 1:



M50 aktif olduğunda 200 ms rampalama ile 150.000 adet pâlse 50.000 Hz frekans ile Y0 çıkışından üretilir. Pâls adedi POZİTİF sayı olduğu için Y1 aktif (ON) olur ve servo motor ileri yönde döner.

ÖRNEK 2:

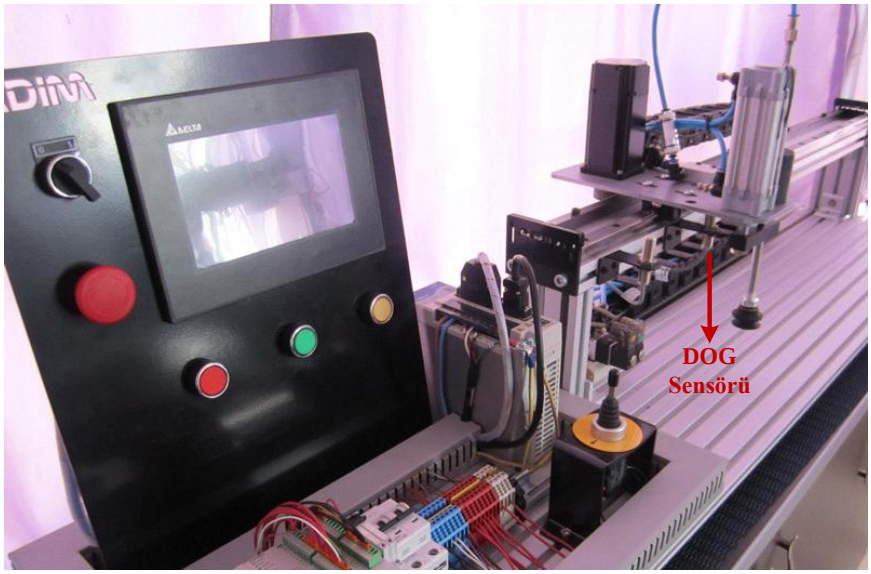


Pâls adedi NEGATİF sayı olduğu için Y1 pasif (OFF) olur ve servo motor geri yönde döner.

3.4.3. ZRN / DZRN Başa Alma Komutu (Zero Point Return)

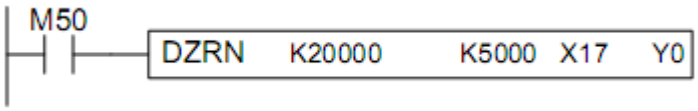
- S1: Sıfıra dönüş frekansı
- S2: Yavaşta ilerleme frekansı
- S3: DOG giriş adresi
- D: Pâls çıkış adresi
- S1: K, H, KnX, KnY, KnM, KnS, T, C, D, E, F
- S1: K, H, KnX, KnY, KnM, KnS, T, C, D, E, F
- D1: X
- D2: Y

DZRN komutu işletildiğinde servo motor sıfır konumuna S1 frekansı ile hareket eder. Aşağıdaki resimde görüldüğü gibi DOG sensörü aktif olduğunda servo motor yavaşlar (Resim 3.14). DOG aktif olduğu sürece yavaşlayarak ilerler. DOG pasif olduğu anda servo motor durur (Resim 3.14).



Resim 3.14: Servo motorun başlangıç konumu

ÖRNEK:



M50 aktifken DZRN komutu, Y0 çıkışından 20.000 Hz (20 KHz) frekansla motoru, sıfır konumuna hareket etmesini sağlar. X17 (DOG) aktif olduğu anda Y0 pâls çıkış frekansı 5.000 Hz'e (5KHz) düşer ve servo motor yavaş ilerlemeye başlar. X17 pasif olduğu anda DRZN komutu işlevi sonra erer ve Y0 pâls üretmez, servo motor durur.

3.4.4. DRVA / DDRVA Mutlak Pozisyon Komutu (Absolute Position Control)

DDRVA	S1	S2	D1	D2

S1: *Pâls adedi* ***S2:*** *Pâls çıkış frekansı*
D1: *Pâls üretecek çıkışın adresi* ***D2:*** *Yön sinyali (motor devir yönü)*

S1: *K, H, KnX, KnY, KnM, KnS, T, C, D, E, F*
S1: *K, H, KnX, KnY, KnM, KnS, T, C, D, E, F*
D1: *Y* ***D2:*** *Y, M, S*

DDRVA (DRVA) mutlak konumunu bilir. Sonraki pozisyon için kaç pâls gitmesi gerektiğini hesaplar ve dönüş yönünü belirler. Bu yüzden bu komuta "Absolute" denilmektedir.

DDRVI (DRVI) ise dönüş yönünü ve sonraki pozisyon için kaç pâls üreteceğini hesaplamaz. Olduğu konumun üzerine geri veya ileri yönde ekleme yaparak ilerler.

ÖRNEK:

Servo motorun sıfır pozisyonunda olduğunu varsayalım (D1336=0).

S1= 50000 ise servo motor 50.000 pozisyonuna ilerleyecek ve D1336=50000 olacaktır (Şekil 3.15).

DDRVA	K50000	K100000	Y0	Y1
	Pâls adedi	Frekans		

Şekil 3.15: Mutlak pozisyonlama komutu

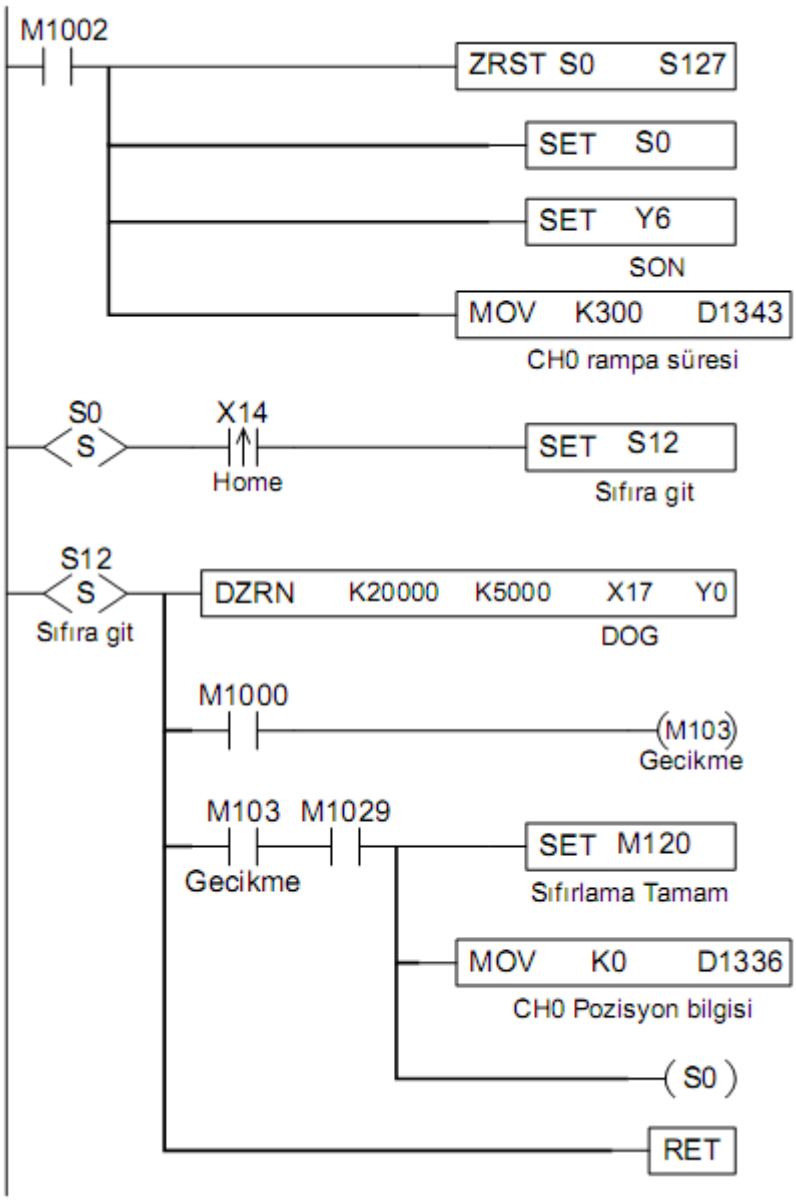
S1= 30000 ise DDRVA 50.000 - 30.000 = 20.000 pâls üretir ve motoru geri yönde döndürerek 30.000 pozisyonuna gitmesini sağlar. D1336 = 30000 olur (Şekil 3.16).

DDRVA	K30000	K100000	Y0	Y1
	Pâls adedi	Frekans		

Şekil 3.16: Mutlak pozisyonlama komutu

UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki PLC devresini yazınız ve PLC'ye yükleyerek servo motorun çalışmasını test ediniz.



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Verilen PLC devresini yazınız.	➢ Dosyanızı belirli aralıklarla kaydetmeyi unutmayınız.
➢ PLC'ye yükleyip test ediniz.	➢ Online mod ile devrenin çalışmasını inceleyebilirsiniz.
➢ Servo motorun çalışmasını gözleyiniz.	

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. PLC programını yazabildiniz mi?		
2. Yazdığınız programı PLC'ye yükleyebildiniz mi?		
3. Servo motorun çalışmasını gözleyebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme"ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

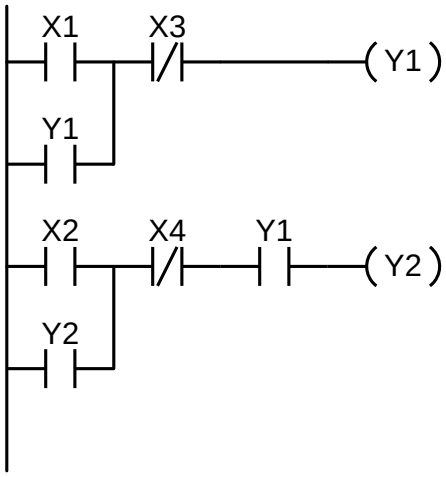
1. ( ) Servo motorlar ani duruş ve kalkış yapabilir.
2. ( ) Yüksek güçlü servo motorlar 3 fazlı imal edilir.
3. ( ) Step motorlar açısal hareket eden motorlardır.
4. ( ) Step motorlar titreşimli çalışmaz.
5. ( ) DZRN komutu servo motoru başa alma (home) komutudur.
6. ( ) Göreceli pozisyonlama için DDRVI komutu kullanılır.
7. ( ) Step motorla tork kontrolü yapılabilir.
8. ( ) Servo motorlarla hız kontrolü yapılabilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki programı yazınız ve PLC yükleyip test ediniz.



KONTROL LİSTESİ

Aşağıda verilen değerlendirme ölçütleriyle kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Yeni bir dosya açtınız mı?		
2. Dosyanızı kaydettiniz mi?		
3. Verilen programı yazabildiniz mi?		
4. Programı PLC'ye yüklediniz mi?		
5. PLC'yi RUN konumuna aldınız mı?		
6. Online modda devrenin çalışmasını izlediniz mi?		
7. PLC cihazıyla bağlantı kurmadan simülasyon modunda devreyi test ettiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda **"Hayır"** şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız **"Evet"** ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru

KAYNAKÇA

- KARAYAZI, Bülent, **Endüstriyel Kontrol 2 Ders Kitabı.**